

# Estado e impacto de la **I+D** y la innovación en **Barcelona** y su **área metropolitana**

**Autores:**

**XAVIER TESTAR**

Barcelona Institut d'Emprenedoria (BIE), UB

**MARTÍ PARELLADA**

Institut d'Economia de Barcelona (IEB), UB; Fundacion CyD

**CLAUDIA NIEVA**

Unitat d'Innovació Parc Taulí (UDIPT), Fundació Parc Taulí

El capítulo de **Valoraciones y propuestas** fue elaborado  
y aprobado por la Comisión Ejecutiva del Consejo  
Económico y Social de Barcelona

<b>PRESENTACIÓN</b>	<b>5</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	<b>9</b>
<b>MARCO GENERAL DE LA I+D EN CATALUNYA</b>	<b>19</b>
Gasto en I+D en España comparado con Europa y el mundo	
Gasto en I+D en Catalunya y España	
Empleo en I+D en Catalunya y España	
<b>SISTEMA DE I+D Y PRODUCCIÓN CIENTÍFICA DE BARCELONA Y SU ÁREA METROPOLITANA</b>	<b>35</b>
Capacidad y producción científica del sistema de I+D de la AMB y en relación al conjunto de Catalunya	
Competitividad en la captación de recursos de los agentes del sistema de I+D de la AMB y en relación al conjunto de Catalunya y de España	
<b>DE LA I+D A LA INNOVACIÓN Y AL DESARROLLO ECONÓMICO</b>	<b>61</b>
Protección y transferencia de la investigación: de las patentes a la creación de spin-off	
El empleo de la economía del conocimiento. Impacto de la I+D y la innovación en la ocupación	
<b>ALGUNOS AGENTES DEL SISTEMA DE I+D DE BARCELONA Y AMB</b>	<b>83</b>
Instituto de Ciencias Fotónicas	
Instituto de Análisis Económico-CSIC	
Instituto de Investigació Vall d'Hebró	
Barcelona Supercomputador Center	
Sincrotrón Alba	
BDigital	
Parque Científico de la UB	
Parque Científico de la UAB	
IULA de la UPF	
KIC InnoEnergy Iberia	
Grupo AIA	
Celestia-Aerospace	
Oryzon	
Starlab	
<b>BIBLIOGRAFÍA Y GLOSARIO</b>	<b>145</b>

## PRESENTACIÓN

### La importancia de la I+D y la Innovación en un mundo globalizado y en cambio

En la actualidad, las capacidades de un territorio, sea ciudad o país, en I+D son un factor determinante de su fortaleza para ser competitivo en un mundo crecientemente globalizado y en el que el conocimiento deviene capital para el desarrollo económico.

Como se ha constatado durante estos años de crisis económica, aunque no superada, sus efectos y la capacidad de recuperación se han manifestado de forma desigual en los diferentes países y territorios.

De forma resumida podemos afirmar que los países y regiones con una estructura económica sólida en los que el peso de las actividades de mayor valor añadido, a menudo vinculadas al mundo industrial, es más elevado y con mejor calidad del empleo, se han visto menos afectados por la crisis, o bien, su recuperación ha sido más rápida.

La crisis ha puesto de manifiesto la importancia de la formación de las personas y de la estructura productiva como factores primordiales para el desarrollo económico y para su sostenibilidad, especialmente en tiempos difíciles como los actuales.

Esto sucede en un contexto en el que la globalización y el peso creciente de nuevas potencias económicas están redibujando el mundo, desde el punto de vista económico y social y en lo relativo a las relaciones entre los territorios.

Por ello, el impulso de la economía del conocimiento y, por lo tanto, la I+D y su transformación en innovación han de tener un peso creciente para asegurar un desarrollo económico sostenible y la cohesión social de países y territorios, especialmente en los más avanzados que deseen mantener y mejorar la calidad de vida de sus ciudadanos.

La economía del conocimiento requiere un nivel de inversión que permita disponer de un sistema de I+D con suficiente masa crítica y de calidad. En Catalunya, la inversión en I+D, en porcentaje del PIB, ha pasado del 1,7% en 2009, creciendo de forma importante desde el 1,07 de 2000, al 1,5% del PIB en 2013. Es un descenso significativo, pero inferior al del conjunto del Estado, que ha pasado de un máximo del 1,4% en 2010 al 1,24% en 2013.

Siendo la inversión en este ámbito una condición necesaria existen, como veremos, un conjunto de condiciones, de factores de entorno, que determinan en qué medida las capacidades en I+D de un territorio se transforman, o no, en in-

novación, y su contribución a la mejora de la competitividad de las empresas y al desarrollo económico.

En cualquier caso, hay que tener presente que el porcentaje de inversión en I+D de Catalunya está alejado del 1,9% del PIB alcanzado, en promedio, en los países de la UE-28, entre los que destacan Francia con un 2,2% del PIB y Alemania que casi llega al 3,0%.

Hemos de recordar que en la cumbre Europea de 2000, la Unión Europea estableció como objetivo estratégico para la década que se iniciaba, convertirse en la economía basada en el conocimiento más competitiva y dinámica del mundo, capaz de crecer económicamente de manera sostenible con más y mejores empleos y con mayor cohesión social. Para lograrlo, establecía que en 2010, en promedio, los países de la UE deberían invertir el 3% del PIB en I+D.

Además de otros condicionantes y de las diferencias previas existentes entre países, la crisis económica convirtió esta meta en inalcanzable.

#### **El conocimiento como herramienta de crecimiento económico**

El sistema de I+D de un territorio, no sólo representa la plasmación de su apuesta por la formación de alto nivel y la generación de nuevo conocimiento, sino que es un importante factor de proyección y de visibilidad internacional. Actualmente, tener un sistema de I+D de alto nivel contribuye a captar recursos económicos y humanos, ya que facilita la atracción de talento de cualquier parte del mundo, talento científico, tecnológico y emprendedor.

La capacidad de atracción, también de retención, de talento representa, además, un gran potencial para desarrollar nuevas actividades económicas, especialmente las relacionadas con el nuevo conocimiento generado por la I+D y que se caracterizan por su potencial de innovación que, al mismo tiempo, es un factor esencial para la competitividad de las empresas, particularmente en el ámbito internacional.

La excelente posición de Barcelona, cuarta de Europa y 11ª del mundo en 2104, en los rankings de las ciudades con mayor productividad científica, medida en número de publicaciones, indica que la ciencia en la ciudad y en su área metropolitana y, por extensión, en Catalunya, permite su visibilidad internacional y una notable capacidad de atracción de talento, especialmente científico, así como la captación de recursos asociados a la I+D.

Ahora bien, traducir en desarrollo económico los resultados de la investigación generados por la I+D requiere que el territorio tenga los elementos que facilitan la transformación del conocimiento en nuevos o mejorados produc-

tos o servicios. Constituyen el denominado “ecosistema de innovación” en el que la cultura y la actitud emprendedora juegan un papel determinante.

#### El ecosistema de innovación

La fortaleza de una ciudad, región o país para estar presentes y ser competitivos en la economía del conocimiento viene determinada no sólo por sus capacidades en I+D que, en cualquier caso, son una condición necesaria e imprescindible. También requiere una conexión eficaz y eficiente entre la I+D y el tejido productivo, que se produce gracias a la innovación, entendida como capacidad de poner en el mercado nuevos o mejorados productos o servicios a partir del conocimiento generado en la I+D.

Los elementos o agentes que hacen posible esta conexión son los que, en conjunto, constituyen lo que se denomina “ecosistema de innovación” y que se recogen en este esquema:



Solo en los territorios en los que coexista este conjunto de agentes, la capacidad de innovación será un factor importante de su economía. Dicho de otro modo, la no existencia de estos elementos o la falta de alguno de ellos, representa un obstáculo para sacar rendimiento de los resultados de la I+D.

De hecho, la mayor capacidad para transformar el conocimiento generado por la I+D en innovación y competitividad, únicamente se da en entornos en los que estos elementos no sólo existen sino que están de forma equilibrada, es decir, ninguno de ellos es un factor limitativo. Esto, en todo el mundo, sólo acontece en un número limitado de lugares: en Silicon Valley, paradigma de lo que es y representa un "ecosistema innovador", en el área de Boston, en el triángulo Cambridge-Oxford-Londres e Israel, con unas características muy particulares, y en pocos otros.

Barcelona y su área metropolitana han desarrollado un ecosistema de innovación desde principios del siglo XXI que, a pesar de la crisis económica, se ha consolidado. Pero necesita crecer más en dimensión y, especialmente, en madurez para que ningún elemento represente un factor que limite su funcionamiento y que incremente su eficiencia.

Un factor fundamental en la eficiencia de cualquier ecosistema de innovación son las características del tejido empresarial del entorno, ya que desde un punto de vista económico quien innova, llevando al mercado nuevos o mejorados productos o servicios, son las empresas.

#### **El papel de las empresas en el ecosistema de innovación**

Actualmente, y cada vez más, la capacidad de innovar de las empresas condiciona su competitividad futura y, por extensión, la de su territorio. En el contexto de la economía del conocimiento, la capacidad de I+D de un territorio es una condición necesaria, pero no suficiente, para que la innovación de base tecnológica fluya, genere nuevas actividades económicas y de lugar a un crecimiento económico sostenible y de calidad.

Si bien no toda innovación tiene como origen la I+D, la relación entre investigación e innovación es especialmente estrecha en los sectores productivos más vinculados al conocimiento y a la alta tecnología que, a su vez, son los que configuran una economía de mayor valor añadido y capaz de crear empleo de más calidad.

La capacidad de las empresas de un territorio para incorporar I+D, conocimiento, y transformarlo en nuevos productos y servicios es fundamental para hacer realidad la innovación.

Un indicador para valorar la implicación de las empresas en el ecosistema de innovación es su participación en el gasto en I+D. Una ejecución de 2/3 o más sobre el total del gasto en este ámbito es una de las características de los países más avanzados y con mayor capacidad de innovación.

En Catalunya, la participación del sector privado en la ejecución del gasto en I+D ha pasado de más de 67 puntos porcentuales en 2010 a 56,6 en 2013, lo que indica un retroceso en la capacidad de innovación de las empresas y coincide con la reducción del número de empresas que, de acuerdo con las encuestas del INE, declaran realizar innovación.

Potenciar la conexión entre el ámbito público y el sector productivo es necesario para aprovechar las capacidades y resultados de la I+D y los nuevos conocimientos que, como veremos, y pese a los recortes presupuestarios, especialmente los estatales, se han mantenido e incluso incrementado, según los últimos datos de 2012 y 2013, en la mayoría de casos.

Los datos nos indican que en Catalunya uno de los factores, pero no el único, que condiciona el funcionamiento del ecosistema de innovación es la capacidad global de las empresas para innovar.

En paralelo a esta realidad, tal y como se recoge en este estudio, existen signos positivos en determinados sectores, particularmente los relacionados con las tecnologías de la información y la comunicación, y con las personas ocupadas en sectores intensivos en conocimiento.

En este sentido, es conveniente tener presentes los datos recogidos en este informe sobre el comportamiento del empleo en estos sectores: se mantuvieron durante los peores años de la crisis y volvieron a crecer en 2013.

Todo ello dibuja una situación que combina fortalezas: volumen y calidad de la producción científica de universidades, centros de investigación y hospitales; y debilidades: escasa capacidad para transformar en crecimiento la capacidad y resultados de la I+D. Los datos también demuestran la importancia de impulsar la economía del conocimiento para lograr un desarrollo económico basado en actividades económicas de alto valor añadido, competitivas internacionalmente, generadoras de empleos de calidad y que, además, sea sostenible desde el punto de vista ambiental y perdurable en el tiempo.

#### **Objetivo y estructura del informe**

El objetivo de este informe es ofrecer una panorámica detallada del estado del sistema de I+D e innovación en Barcelona y en su área metropolitana que representan entre el 80 y el 90% del sistema catalán.

En el capítulo 1 se presenta la evolución 2000-2013 de la inversión en I+D en Catalunya comparándola con la de España, la UE y la OCDE. También se detalla la evolución del empleo en actividades de I+D, su distribución en los tres grandes ámbitos -educación superior, administración pública y empresas-, su tipología, -investigadores y otros- y la inversión por habitante y por investigador, en Catalunya y en España. También incluye la comparación del gasto y personal empleado en I+D en las CCAA ofreciendo, de este modo, una visión general de la I+D en Catalunya y España.

En el capítulo 2 se explicitan los principales agentes del sistema de I+D e innovación de Barcelona, AMB y Catalunya: universidades, centros de investigación, hospitales, centros tecnológicos, infraestructuras científicas y parques científicos y tecnológicos.

Se analizan la capacidad y la producción científica de los distintos agentes ubicados en el AMB y se comparan con las del conjunto del Estado.

Se constata la excelente posición de Barcelona en producción científica, lo que le proporciona una elevada visibilidad en Europa y mundialmente, comentando los índices de calidad que la hacen posible. También se ofrecen datos sobre su capacidad para captar recursos estatales y europeos. Este indicador pone de relieve que el sistema de I+D catalán, muy concentrado en el AMB, se caracteriza por un alto nivel competitivo.

El impacto, sin embargo, de la I+D en el desarrollo económico de un territorio viene dado, como ya se ha mencionado, por la capacidad para transformar el conocimiento generado en innovación, en poner en el mercado productos y servicios nuevos o mejorados.

Así, en el capítulo 3 se recoge un conjunto de parámetros relacionados con esta capacidad de transformación como el número de patentes y otras formas de protección de la propiedad industrial o la cantidad de spin-off surgidas de las universidades. También se comentan factores de entorno como la disponibilidad de capital riesgo que condiciona la transformación con importantes diferencias, según el sector tecnológico o productivo de que se trate.

Se hace una especial atención a la naturaleza del empleo de Barcelona y del conjunto de Catalunya, al nivel formativo de las personas del territorio, al peso relativo en el empleo de las actividades económicas consideradas intensivas en conocimiento, sea en el campo de las manufacturas o en servicios, así como al empleo directamente vinculado a la I+D y a su evolución desde el inicio de la crisis.



Estos datos hay que situarlos en el contexto de la existencia de un conjunto de iniciativas, públicas y privadas, que revelan una voluntad de progresar en el impulso de actividades económicas vinculadas al conocimiento, poniendo énfasis en la importancia de las condiciones de entorno necesarias para lograrlo.

#### **Algunos casos de agentes del sistema de I+D e innovación de Barcelona y AMB**

El estudio se complementa con las aportaciones de diferentes agentes del sistema de I+D e innovación de Barcelona y de su área metropolitana para conocer su labor y contribución específica a la imagen global del sistema que se presenta en este informe. Se trata de una muestra aleatoria del ecosistema de investigación e innovación de Barcelona y su área metropolitana.

Para ello, se han solicitado aportaciones a centros de investigación y tecnológicos, a infraestructuras de apoyo a la investigación y a la conexión entre investigación y tejido productivo, y a empresas innovadoras de base tecnológica.

Se incluyen centros generadores de conocimiento, agentes que facilitan su transformación y transferencia al tejido productivo y empresas. Estas últimas son las responsables de hacer tangible la innovación trasladando al mercado y a la sociedad, productos y servicios nuevos o mejorados. Las aportaciones recogidas en el informe son un ejemplo de lo que implica la economía del conocimiento e incluyen las conexiones necesarias entre ellos para lograr un funcionamiento efectivo.

Como ejemplos de centros generadores de resultados de la investigación está el ICFO, centro especializado en ciencias fotónicas y en sus aplicaciones. Forma parte de la red de centros de investigación CERCA y, a pesar de su juventud, es un centro de referencia mundial.

En el campo de las ciencias económicas y sociales se recoge la trayectoria del Instituto de Análisis Económico, del Consejo Superior de Investigaciones Científicas, ubicado en el campus de la UAB y en el de las humanidades el Instituto Universitario de Lingüística Aplicada de la UPF.

El ámbito de la investigación en biomedicina y biotecnología está representado por Vall d'Hebron Institut de Recerca, vinculado al hospital universitario Vall d'Hebron. Forma parte de la red CERCA y es uno de los seis institutos de investigación sanitaria del AMB reconocidos por el Instituto de Salud Carlos III.

El Barcelona Supercomputing Centre y el sincrotrón Alba son las dos principales infraestructuras científicas y tecnológicas singulares de Catalunya, forman parte del mapa estatal de infraestructuras de apoyo a la investigación impulsado por el MINECO.

El BSC, además de gestionar el supercomputador Mare Nostrum, es el coordinador de la red española de supercomputación (RES) y uno de los seis nodos primarios europeos que conforman la red de supercomputación PRACE (Partnership For Advanced Computing in Europe). El sincrotrón ALBA es la fuente de luz sincrotrón de tercera generación más reciente construida en el área del Mediterráneo, fue inaugurado en 2010 y entró en funcionamiento prestando servicios a los usuarios en 2012. Igual que BSC fue promovido y financiado por la Generalitat de Catalunya y el Gobierno de España.

Otras dos aportaciones son las del Parque Científico de Barcelona (PCB, UB) y la del Parque de Investigación de la UAB (PRUAB), dos de los trece parques científicos y tecnológicos del AMB. Estas instalaciones son plasmaciones físicas de la denominada triple hélice, es decir, de la interacción entre investigación, empresas y administración que actúa de facilitadora.

El PCB, creado por la UB en 1997, es un parque pionero por su clara orientación a la investigación y a la conexión con el mundo empresarial. El PRUAB es, actualmente, el principal agente de transferencia de tecnología y conocimiento de la UAB.

El KIC InnoEnergy Iberia representa un ejemplo del nuevo modelo que Europa, a través del EIT (European Institute of Innovation and Technology) está impulsando para incrementar la conexión entre investigación y mercado, promoviendo una fuerte sinergia entre formación, emprendeduría e innovación tecnológica. Está participado por entidades públicas: UPC, ESADE, IREC y CIEMAT; y privadas: Gas Natural e Iberdrola; de España y Portugal. Es el nodo ibérico del KIC InnoEnergy, SE consorcio ganador de la convocatoria de 2009 del EIT en el ámbito de la energía.

Como representantes de empresas innovadoras y de base tecnológica del AMB, contamos con AIA, Celestia, Oryzon y Starlab.

Grupo AIA (Aplicaciones en Informática Avanzada, SL) es una firma de ingeniería de software y de sistemas de información fundada en 1988 por socios con experiencia en el campo de la investigación científica. Ha logrado transferir al mercado conocimiento de ciencias básicas como matemáticas y física, así como de disciplinas como la inteligencia artificial.

Celestia Aerospace es la primera empresa que ofrece soluciones llave en mano y de bajo coste a la industria aeroespacial. Abarca desde el diseño y desarrollo de nanosatélites, a su lanzamiento, gestión en órbita y envío de datos a los usuarios.

ORYZON, compañía fundada en junio del año 2000, fue una de las primeras

start-up creadas en el campo de la biotecnología en Catalunya y una de las que ha experimentado mayor crecimiento en los últimos años. Inicialmente estaba orientada a la genómica funcional con la misión de identificar genes o biomarcadores genéticos y protéicos con utilidad agrícola, pero poco después aplicó su plataforma tecnológica a identificar biomarcadores de enfermedades graves.

La empresa Starlab, fundada el año 2000, está especializada en el sector espacial y en el de la neurociencia. Su objetivo es acercar la ciencia al mercado mediante el desarrollo de tecnologías innovadoras promoviendo que la investigación científica tenga un papel relevante en la resolución de los problemas y retos de la sociedad actual.

Con estos ejemplos de agentes públicos y privados del sistema de investigación e innovación se desea aportar testimonios de la capacidad y de la realidad de sus líneas de investigación y de desarrollo de nuevos productos y servicios. Todos ellos contribuyen al avance de la economía del conocimiento en el territorio.

## RESUMEN EJECUTIVO

### La inversión en I+D en España

En 2013, todos los indicadores del gasto en I+D en España eran inferiores a los de los países de la OCDE y de la UE-28, a pesar del aumento experimentado durante la primera década del siglo XXI, en la que el avance español fue más intenso que el registrado en los ámbitos mencionados.

Por sectores de ejecución el peso que representan las empresas españolas, el 53%, es diez puntos inferior al de la UE y quince si se toma como referencia la OCDE o Alemania.

El empleo y el gasto en actividades de I+D en equivalencia a jornada completa, en 2013, era inferior al de Alemania, Francia y al de la media de la UE.

### La inversión en I+D en Catalunya

Catalunya era la cuarta comunidad autónoma por nivel de gasto en I+D sobre el PIB. Lo mismo ocurre con el gasto por habitante en I+D. En 2013, el porcentaje de gasto de las empresas catalanas era superior al del Estado.

En 2013, el personal empleado en investigación y desarrollo, en equivalencia a jornada completa, respecto al total ocupado en Catalunya era superior al de España. La mayoría trabajaban en el sector de la educación superior.

### I+D e innovación en el área metropolitana de Barcelona

En 2014, Barcelona ocupaba la cuarta posición del ranking europeo de ciudades con mayor número de publicaciones científicas.

Las universidades del AMB acogen el 80% del personal docente e investigador (PDI) de Catalunya. También cuentan con el 83% de los grupos consolidados de investigación reconocidos por la Generalitat de Catalunya.

Catalunya dispone de centros de investigación de alto nivel, 46 de ellos agrupados en la institución CERCA. También cuenta con seis institutos de investigación sanitaria (IIS), vinculados a hospitales de referencia.

El AMB dispone de estructuras de apoyo científicas y tecnológicas singulares (ICTS), centros tecnológicos y parques científicos y tecnológicos. Entre las ICTS destacan el Barcelona Supercomputing Center-Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS) que lidera la red de supercomputación del Estado, el Sincrotrón ALBA-CELLS y el Centro Nacional de Análisis Genómico (CNAG). En cuanto a parques científicos y tecnológicos, en el AMB hay quince.

Respecto a la captación y origen de los recursos económicos del sistema

de investigación del AMB y de Catalunya, hay que señalar que el 68% de los fondos competitivos captados por las universidades del AMB son de origen autonómico, estatal o europeo. Los no competitivos, básicamente, contratos de investigación y proyectos cooperativos con empresas o instituciones y los ingresos por licencia o venta de patentes y know how, son casi el 34%.

En el periodo 2010-2013, los seis institutos de investigación sanitaria del AMB vinculados a hospitales universitarios de alto nivel asistencial, concentraban el 57% de los proyectos de los doce IIS del Estado. En cuando a los proyectos internacionales, concentraban el 67%.

De las convocatorias europeas de apoyo a la investigación destacan, desde su creación en 2007, las Ayudas ("grants") del Consejo Europeo de Investigación por su importe unitario y por su selectividad. Catalunya se sitúa en la 4ª posición en número de ayudas por millón de habitantes entre los países del Espacio Europeo de Investigación, detrás de Suiza, Israel y Países Bajos.

#### **De la I+D a la innovación y al desarrollo económico. La importancia del entorno**

Un factor fundamental para lograr transformar la I+D en desarrollo económico es la protección de los resultados de la investigación generada en las entidades públicas. En el periodo 2004-2013, las solicitudes de patentes presentadas por las universidades muestran una tendencia creciente que no se ha visto interrumpida por la crisis económica.

La mayor parte de los ingresos de las universidades catalanas por transferencia de conocimiento proceden de contratos de I+D y de consultoría con empresas o entidades, más del 75%. Sin embargo, desde 2009 se observa una constante disminución en la colaboración universidad-empresa.

En 2011, Catalunya era la CCAA con el porcentaje más elevado de empresas innovadoras del Estado. Desde el inicio de la crisis se han reducido pasando de casi 11.000 en el trienio 2004-2006 a menos de 6.000 en 2011.

En el periodo 2010-2013, la transferencia de tecnología y patentes de los seis institutos de investigación sanitaria del AMB, representan más del 70% de los contratos de transferencia y del importe de los IIS del Estado. Las patentes las solicitudes representaban el 55% y casi el 81% de las patentes en explotación.

La provincia de Barcelona aporta casi el 14% de las solicitudes de patentes nacionales, el 18% de los modelos de utilidad y el 14% de los diseños industriales presentados en el Estado.

Otra forma de transferencia, a menudo vinculada a la explotación de paten-

tes de base tecnológica, es la creación de spin-off. En el periodo 2009-2013 las universidades del AMB crearon 51 spin-off, sobre un total de 65 surgidas en las universidades catalanas. Los centros CERCA, desde 2001, han generado 32, distribuidas, al 50% en el ámbito de ciencias de la vida y de las ingenierías. Excepto en pocos casos, el crecimiento de estas empresas ha sido limitado. Una baja tasa de capitalización y una alta tasa de supervivencia, ponen de relieve que las spin off se crean en un ecosistema de innovación insuficientemente maduro.

En Catalunya, el capital riesgo representa el 0,029% del PIB, considerando el de arranque y el de consolidación. Es un valor superior al 0,01% del Estado, pero alejado del 0,05% de Suecia o de Corea del Sur, o del 0,17% de EEUU.

Otro factor a tener en cuenta es el espíritu emprendedor, es decir, la disponibilidad y/o capacidad de las personas de un territorio para impulsar una actividad empresarial por cuenta propia, individualmente o en equipo. En Barcelona, la tasa de actividad emprendedora (TAE) de la población adulta ha oscilado del 7,5% en 2008 al 6,7% de 2013. La TAE de Catalunya y de Barcelona es superior a la media española pero, desde 2011, inferior a la de la UE.

Al analizar la capacidad de un territorio para ser un actor relevante en la economía del conocimiento hay que tener presentes los datos relativos a las personas dedicadas a actividades de I+D y los de las ocupadas en sectores manufactureros o servicios intensivos en tecnología y conocimiento, así como el porcentaje de trabajadores con estudios superiores.

De las más de 840.000 personas afiliadas al régimen general de la SS en el 4º trimestre de 2014 en Barcelona casi el 54% trabajaban en sectores de conocimiento alto, destacando, con casi el 50%, los servicios intensivos en conocimiento. El importante peso del empleo en ámbitos creativos, incluida la investigación, indica que Barcelona posee un elevado potencial para ser un actor importante en la economía del conocimiento.

La evolución de la afiliación pone de relieve el mejor comportamiento relativo de los sectores intensivos en conocimiento durante las crisis económicas. De ahí, la importancia de mantener el impulso de iniciativas orientadas a promover la economía del conocimiento en las que Barcelona ha sido pionera.

El impacto de estas iniciativas también pone de manifiesto la importancia de disponer de un auténtico ecosistema de innovación que actúe de agente catalizador en la transformación de las capacidades y resultados de la I+D.

1

## **Marco general de la I+D en Catalunya**

Este capítulo analiza la inversión en I+D en Catalunya y su evolución durante los últimos años en relación al PIB. Se comparan con la de España y con la de los principales países europeos, de la UE y de la OCDE. La dinámica de esta última organización indica la tendencia mundial de los países más desarrollados. En particular, se analiza el diferente comportamiento de la evolución de la inversión en I+D en España y Catalunya, antes y durante los años de la crisis económica, comparándolo con el de los principales países europeos, de la UE y de la OCDE.

También se ofrecen las cifras correspondientes al empleo en el campo de la I+D, dato fundamental para evaluar el peso y el impacto de la investigación en los territorios. Se comparan las de Catalunya con las de las otras comunidades autónomas y con las del Estado.

El capítulo se completa cotejando la distribución del personal dedicado a I+D por sectores de ejecución, en Catalunya y España. También se compara el gasto por investigador, expresado en equivalente a jornada completa, como forma de normalizar el gasto, dada la diversidad de tipologías de personal, contratos y dedicaciones existentes en este ámbito.

#### **Gasto en I+D en España comparado con el de Europa y el del mundo**

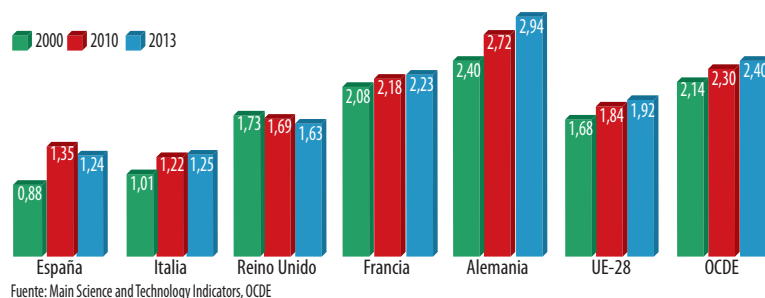
El gasto en I+D en porcentaje del PIB de la economía española es claramente inferior al del conjunto de los países que forman la OCDE y la Unión Europea. En 2013, el gasto español fue del 1,24%, más de un punto porcentual inferior al de la media de la OCDE y siete décimas menor que la alcanzada en la UE-28.

El gasto estaba muy lejos del de países como Alemania que rozaba el 3% o el de Francia que superaba el 2,2%, aunque igualado al de Italia. Aunque en la primera década del siglo el avance español fue más intenso que el registrado en el conjunto de la OCDE y de la UE-28 y en países como Francia o Alemania, la evolución 2010-2013 fue la opuesta. El porcentaje de PIB destinado al gasto en I+D en España ha disminuido una décima, tendencia que contrasta con el ascenso que se registra en Francia, Alemania, Italia, la UE-28 y la OCDE.

La variable de gasto en I+D por habitante muestra el mismo patrón, pero de manera más intensa y acentuada. En dólares y en paridad de poder adquisitivo, el gasto español de 2013 era de algo más de 400 per cápita, menos de la mitad que la cifra alcanzada en la OCDE y una tercera parte que la alemana. De nuevo, España únicamente está al nivel de Italia.

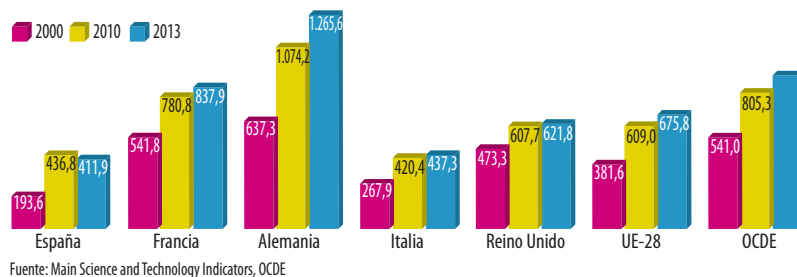


### Evolución del gasto en I+D. En % del PIB



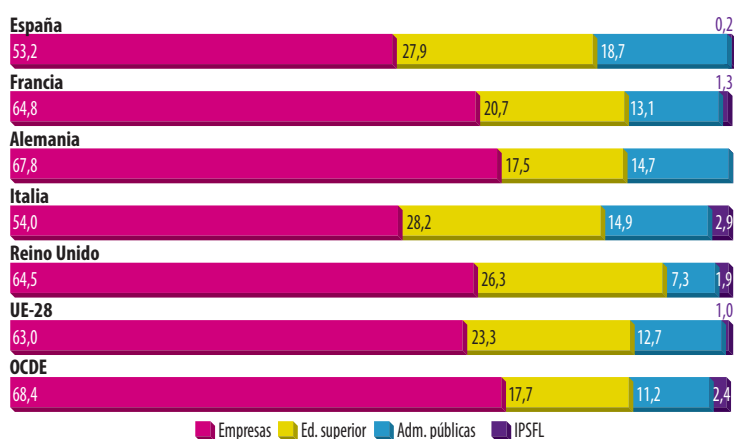
Su evolución, a lo largo de este siglo, presenta evidencias coincidentes: importante avance español que no desmerece el de los principales países europeos, excepto Alemania, del experimentado en la UE-28 y la OCDE en la primera década y descenso del gasto per cápita en el periodo 2010-2013 a diferencia del resto de territorios con los que se compara, incluido Reino Unido que mostraba una disminución constante de la cifra de I+D sobre el PIB.

### Gasto en I+D por habitante. Dólares corrientes en paridad de poder adquisitivo



Atendiendo a la distribución del gasto en I+D por sectores de ejecución, se observa una gran diferencia entre España, la OCDE y la UE, y con países como Francia, Alemania o Reino Unido, ya que el porcentaje que aportan las empresas es bastante inferior: diez puntos menos comparando España con la UE y quince si se toma como referencia la OCDE o Alemania. El peso relativo de la educación superior y el de las administraciones públicas es superior. Una vez más, entre los países de la UE el que más se acerca al caso español es Italia.

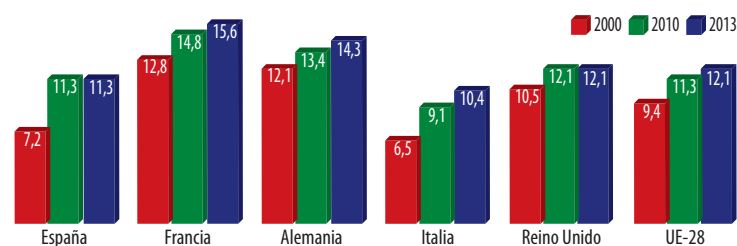
### Gasto interno en I+D por sector de ejecución. En % del total. 2013



Fuente: Main Science and Technology Indicators, OCDE.

La variable relativa al empleo en investigación y desarrollo en equivalencia a jornada completa, respecto al total de empleo, también muestra una situación más negativa en España que la del conjunto de la Unión Europea y la de los principales países europeos, excepto Italia a la cual supera.

### Personas ocupadas en I+D en EJC\* por cada mil empleadas



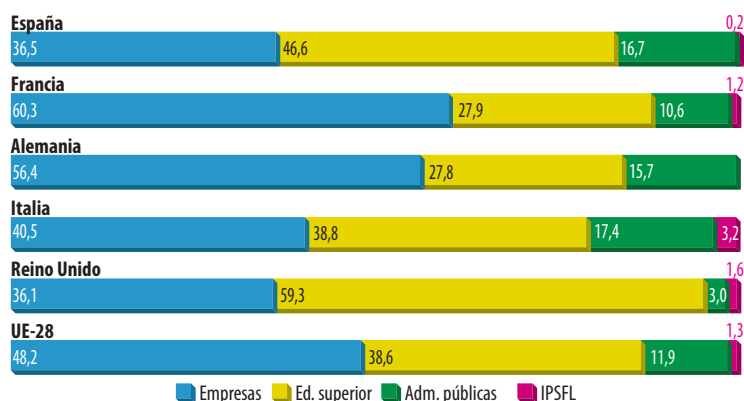
Fuente: Main Science and Technology Indicators, OCDE \*Equivalencia a jornada completa

En 2013 eran algo más de once las personas empleadas en I+D a tiempo completo por cada 1.000 ocupadas españolas, en Alemania eran catorce, en Francia dieciseis y la media de la UE eran doce. Entre los años 2000 y 2010 la ratio española mejoró más que la de los otros territorios con los que se compara: aumentó cuatro puntos porcentuales, aproximadamente, frente a los menos

de dos que avanzó la UE. De 2010 a 2013 se produjo un estancamiento en el caso español, tendencia que sólo se repite, entre los países contemplados, en Reino Unido, mientras en Italia, Francia, Alemania y en el conjunto de la Unión Europea se mantenía el incremento del empleo en I+D respecto al total.

La distribución del número de investigadores en equivalencia a jornada completa por sector de ejecución es diferente de la distribución del gasto en I+D, lo que denota una disposición diferente de recursos por investigador según sector: más para las empresas que tienen un peso relativo superior en gasto que en investigadores y menos, sobre todo, en educación superior que sería el caso opuesto.

#### Investigadores en EJC por sector de ejecución. En % del total. 2013



Fuente: Main Science and Technology Indicators, OCDE.

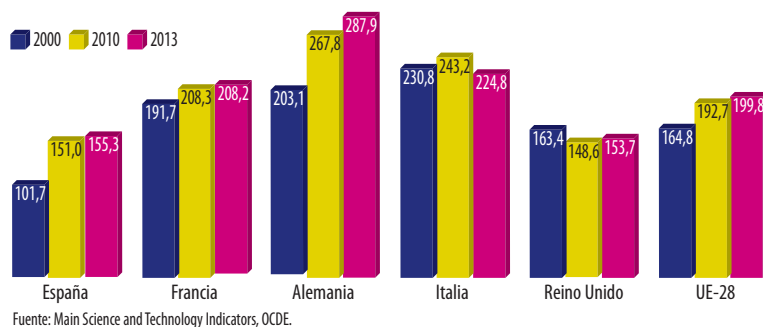
La distribución de los investigadores por sectores aleja a España de la UE y de dos de sus principales países, Alemania y Francia. En España, el 36,5% trabajan en empresas, doce puntos menos que en la UE y más de 20 puntos por debajo de los valores alcanzados por los dos países mencionados. En cambio, en el sector de la educación superior trabajaba, en 2013, el 46,6% de los investigadores, porcentaje sólo superado por Reino Unido.

Finalmente, la administración pública española concentra al 16,7% de los investigadores en equivalencia a tiempo completo, porcentaje similar al alemán e italiano, pero superior al de la UE, Francia y, sobre todo, al del Reino Unido.

En España, el gasto en I+D por investigador en equivalencia a jornada completa es bastante inferior al del conjunto de la Unión Europea y de sus prin-

cipales países, excepto Reino Unido que registra un valor similar al español. El dato español de 2013, de 155 dólares en paridad de poder adquisitivo por investigador, se situaba entre 45 y 50 dólares del de Francia y del conjunto de la UE, a 70 dólares de la cifra italiana y a más de 130 dólares de la alemana. El progreso en la disponibilidad de recursos por investigador en España fue muy pronunciado en la década 2000-2010, con un crecimiento próximo al 50% y un 4% anual acumulativo, superando al del conjunto de la UE. En el periodo 2010-2013 el aumento fue inferior al 1% anual acumulativo, contrastando con el descenso de Italia y el estancamiento de Francia. Es una evolución peor que las registradas en Alemania, Reino Unido y en el conjunto de la UE.

#### **Evolución del gasto medio por investigador en EJC En dólares corrientes en paridad de poder adquisitivo**



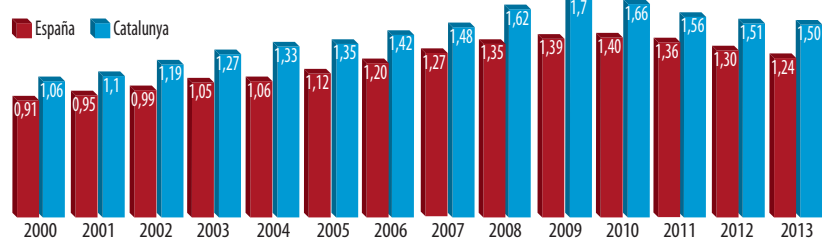
#### **Gasto en I+D en Catalunya y España**

Catalunya realiza un esfuerzo de inversión en I+D superior al de España. En 2013, el gasto catalán en porcentaje del PIB era del 1,5% frente al 1,24% español. Durante todos los años de este siglo esta ha sido la tendencia habitual.

La evolución temporal, por otro lado, fue similar en el ámbito español y catalán con un incremento del gasto en I+D sobre el PIB muy intenso durante la primera década del siglo, alcanzando el máximo en 2009 en Catalunya (1,7%) y en 2010 en España (1,4%), y una caída hasta 2013.

La intensidad del ascenso en el gasto en I+D sobre el PIB en la primera parte del período analizado fue mayor en Catalunya con una tasa anual acumulativa del 5,4%, frente al 4,4% de España. La caída posterior también fue más intensa en España que tuvo una variación del -4% anual acumulativo, frente al -3,1% de la catalana.

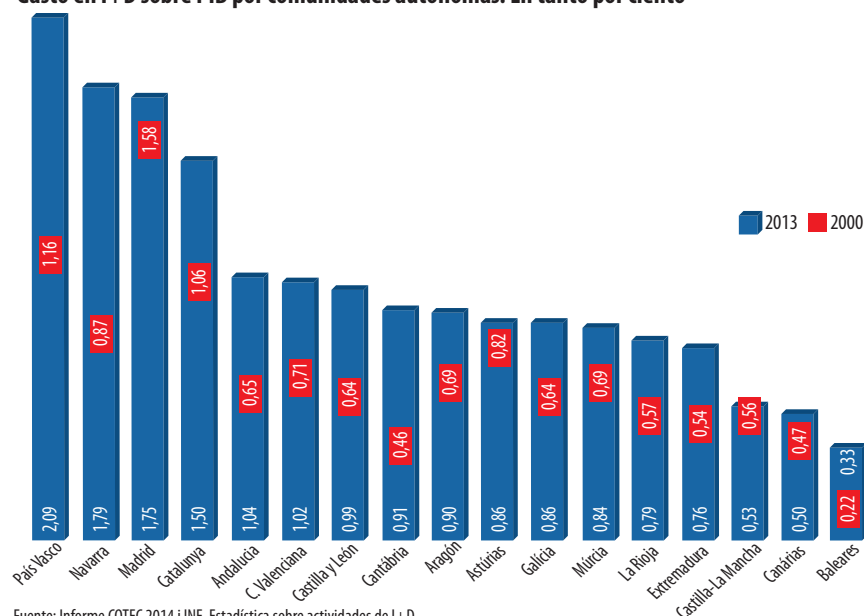
### Evolución del gasto en I+D sobre el PIB. En %



Fuente: Informe COTEC 2014 e INE, Estadística sobre actividades de I+D

Cataluña, en 2013, era la cuarta comunidad autónoma por nivel de gasto en I+D sobre el PIB. El porcentaje catalán, del 1,5%, sólo era superado por el País Vasco (2,09%), Navarra (1,79%) y Madrid (1,75%). Las siguientes comunidades autónomas, situadas detrás de Cataluña, eran Andalucía, Comunidad Valenciana y Castilla y León, a casi medio punto de distancia del dato catalán y por debajo de la media del Estado.

### Gasto en I+D sobre PIB por comunidades autónomas. En tanto por ciento

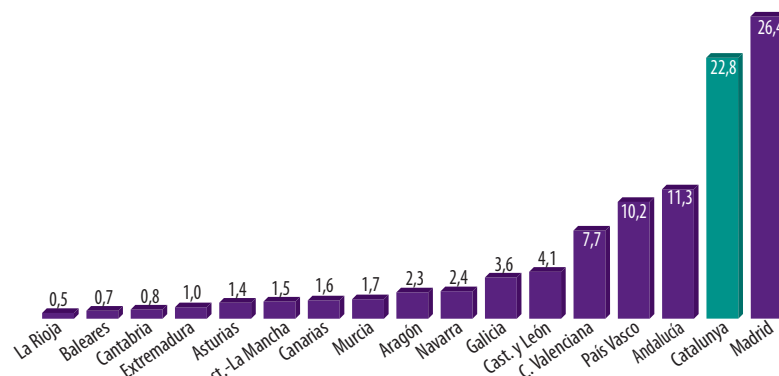


Fuente: Informe COTEC 2014 e INE, Estadística sobre actividades de I+D

A principios de siglo, la comunidad líder era Madrid (1,58%), seguida por el País Vasco (1,16%) y en tercera posición estaba Catalunya (1,07%). En el periodo 2000-2013, Catalunya fue la octava comunidad con mejor evolución de la ratio entre el gasto en I+D y PIB. Fue superada, de menor a mayor crecimiento de la ratio, por la Comunidad Valenciana, Baleares, Castilla y León, Andalucía, País Vasco, Cantabria y Navarra.

El gasto en I+D está muy concentrado en determinadas comunidades autónomas. En 2013, algo más del 78% del gasto se ejecutaba en cinco comunidades autónomas, especialmente en Madrid (26,4%) y Catalunya (22,8%), les seguían Andalucía (11,3%), País Vasco (10,2%) y Comunidad Valenciana (7,7%). Si a estas se le suma el gasto de Castilla y León y el de Galicia, el grado de concentración alcanza el 86%.

#### Gasto en I+D por CCAA (% del total español). Año 2013



Fuente: INE, Estadística sobre actividades de I+D

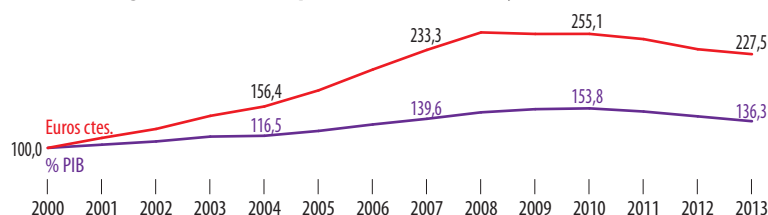
La evolución del gasto en I+D en términos absolutos y según la ratio entre gasto en investigación y desarrollo y PIB, fue similar en España y Catalunya: intenso crecimiento durante la década pasada, superior en el caso catalán, seguido de un retroceso, menos intenso en Catalunya que en España desde las postrimerías de la mencionada década hasta 2013.

Del año 2000 al 2010, ejercicio en que se alcanza el máximo gasto español en I+D (14.588 millones de euros), el crecimiento anual acumulativo, en términos corrientes, fue del 9,8%. El descenso posterior se produjo a un ritmo del 3,7%, llegando a 13.012 millones de euros, en 2013.

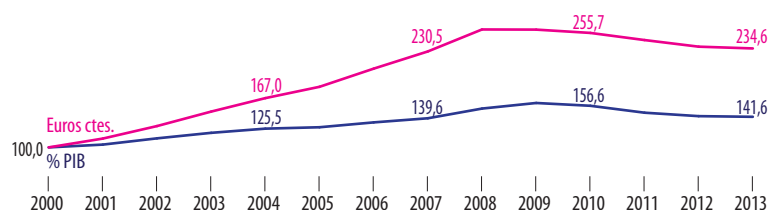
En el caso catalán, el gasto en I+D aumentó de 2000 a 2008, ejercicio en que se alcanzó el máximo en términos absolutos con 3.286 millones de euros y una tasa anual acumulativa del 12,7%. La posterior caída se produjo a un ritmo del 2,1% anual acumulativo hasta alcanzar los 2.961 millones de euros en 2013.

Conclusiones similares se extraen al analizar el gasto en I+D por habitante. En primer lugar hay que destacar que el de Catalunya es superior al español. En 2013, Catalunya invertía 393,7 euros por habitante en términos corrientes, mientras España gastaba 115 euros menos. La evolución del gasto en I+D per cápita dibuja perfectamente y separa los dos periodos en que se dividen los ejercicios comprendidos entre los años 2000 y 2013. El primero, de 2000 a 2008, es una etapa de expansión; el segundo, de 2008 a 2013, se caracteriza por una crisis muy intensa.

#### Evolución del gasto en I+D en España. Euros corrientes y % del PIB. Índice 100: 2000



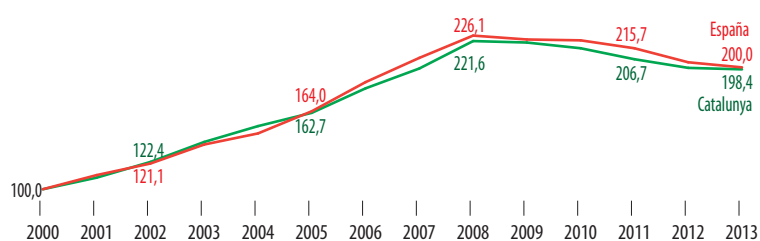
#### Evolución del gasto en I+D en Catalunya. Euros corrientes y % del PIB. Índice 100: 2000



Fuente: Informe COTEC 2014 e INE, Estadística sobre actividades de I+D

En la primera etapa, la ratio de gasto en investigación y desarrollo y número de habitantes se duplicó en Catalunya y en España. Los máximos, alcanzados en 2008, con aumentos anuales acumulativos del 10,5% y 10,7% fueron 439,6 y 314,5 euros en términos corrientes, respectivamente. En la segunda etapa, experimentaron una caída superior al 10% en ambos territorios, con tasas anuales acumulativas de variación del -2,2% en Catalunya y del -2,4% en España.

### Evolución del gasto en I+D por habitante. Índice 100 = 2000



Fuente: Informe COTEC 2014 e INE, Estadística sobre actividades de I+D

En 2013, la distribución del gasto en I+D por sectores de ejecución lo lideraban las empresas con un 53,1% en España y el 56,6% en Cataluña, en segunda posición estaba el sector de la educación superior y, en tercer lugar, el de las administraciones públicas.

En Cataluña, en 2013, la participación del sector empresarial en la ejecución del gasto en I+D era un 3,5% superior a la del conjunto del Estado, también en el de las administraciones públicas. En cambio, el peso relativo del sector de la educación superior en la ejecución del gasto en I+D en España es cinco puntos superior al de Cataluña.

De 2000 a 2010, en Cataluña, el mayor cambio fue la ganancia en participación relativa de las administraciones públicas como sector de ejecución del gasto en I+D. Del 7,5% que representaban a principios de siglo, menos de la mitad del porcentaje de España, se pasó al 19,8% en 2010, cifra similar a la española. Esta ganancia relativa se realizó en detrimento de la educación superior, pero, sobre todo, del sector empresarial que pasó del 67,4% en 2000 al 56,5% en 2010. En España, en el año 2000 la contribución de las empresas era del 53,7% y en 2010 descendió al 51,5%.

### Distribución del gasto en I+D por sector de ejecución. En % del total

2000	Empresas	AAPP	superior	IPSFL
España	53,7	15,8	29,6	0,9
Cataluña	67,4	7,5	24,1	1,0
2010	Empresas	AAPP	Ed. Superior	IPSFL
España	51,5	20,1	28,3	0,2
Cataluña	56,5	19,8	23,4	0,3
2013	Empresas	AAPP	Ed. Superior	IPSFL
España	53,1	18,7	28,0	0,2
Cataluña	56,6	20,2	23,0	0,2

Fuente: Informe COTEC 2014 e INE, Estadística sobre actividades de I+D



Entre 2010 y 2013, en Catalunya, prácticamente no se produjeron cambios en la distribución del gasto en I+D por sector de ejecución, salvo un ligero aumento del peso relativo de las administraciones públicas en detrimento del sector de la educación superior.

En España, en cambio, el cambio fue significativo: el sector empresarial recuperó más de 1,5 puntos porcentuales, el de las administraciones públicas registró un descenso cercano al punto y medio, y el de la educación superior experimentó una caída de pocas décimas.

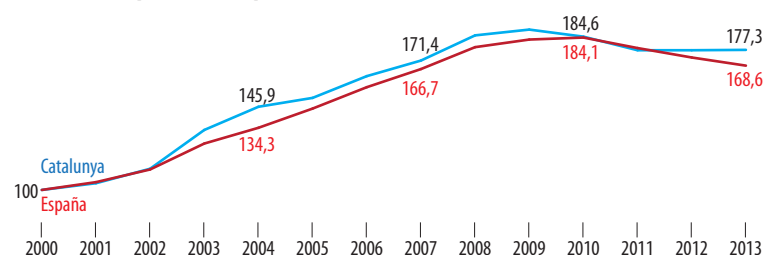
#### Ocupación en I+D en Catalunya y España

El personal ocupado en I+D en España y Catalunya presenta una evolución similar a la de los gastos en investigación y desarrollo durante el periodo 2000-2013. En primer lugar, se produjo un ascenso intenso en la década pasada, en la que España superó los 222.000 efectivos en equivalencia a jornada completa en 2010 y Catalunya los 47.300, en este caso el año 2009.

En segundo lugar, entre 2010 y 2013, se registró un retroceso. La caída fue más elevada en el conjunto del Estado español, con una pérdida de casi 20.000 puestos de trabajo en equivalencia a jornada completa. En Catalunya, de 2009 a 2011, la reducción fue de casi 3.000 puestos de trabajo y entre 2011 al 2013 se mantuvieron las personas ocupadas en I+D en equivalencia a jornada completa en torno a 44.500.

Durante la pasada década el incremento del empleo en I+D también fue más intenso en Catalunya si lo comparamos con el del conjunto del Estado con una tasa anual acumulativa de crecimiento del 7,3%, frente al 6,3% de España.

#### Evolución del personal ocupado en I+D, en EJC. Índice 100 = 2000

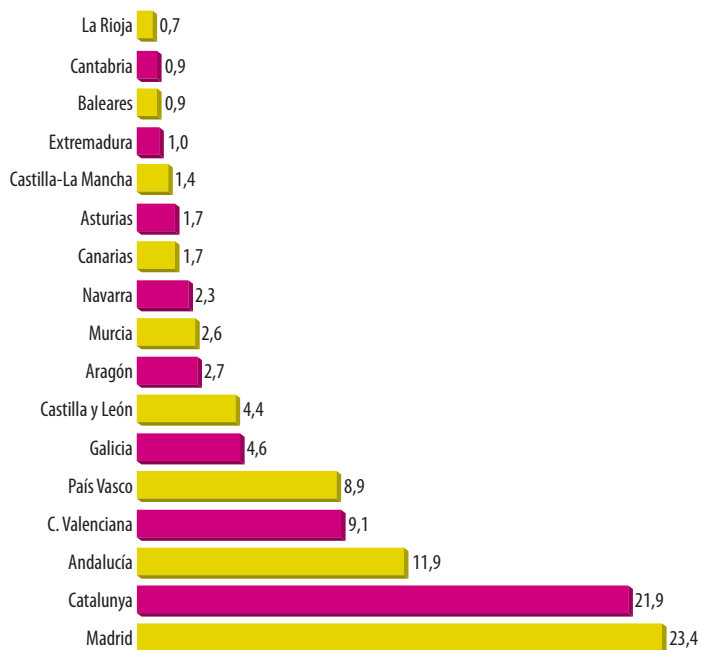


Fuente: Informe COTEC 2014 i INE, Estadística sobre actividades de I+D

Igual que sucede con el gasto en I+D, el personal ocupado en estas actividades en España se concentra en pocas comunidades autónomas. En 2013, tres

cuartas partes del mismo (en equivalencia a jornada completa) trabajaba en cinco comunidades autónomas: Madrid con un peso relativo sobre el total del 23,4%, Catalunya con el 21,9%; Andalucía el 12%; y la Comunidad Valenciana y el País Vasco con un porcentaje, en ambos casos, en torno al 9%. Si a estas cinco comunidades se les suma Galicia y Castilla y León, la concentración llegaría a casi el 85%.

#### Personal ocupado en I+D, en EJC. Por CCAA y en % del total de España. 2013



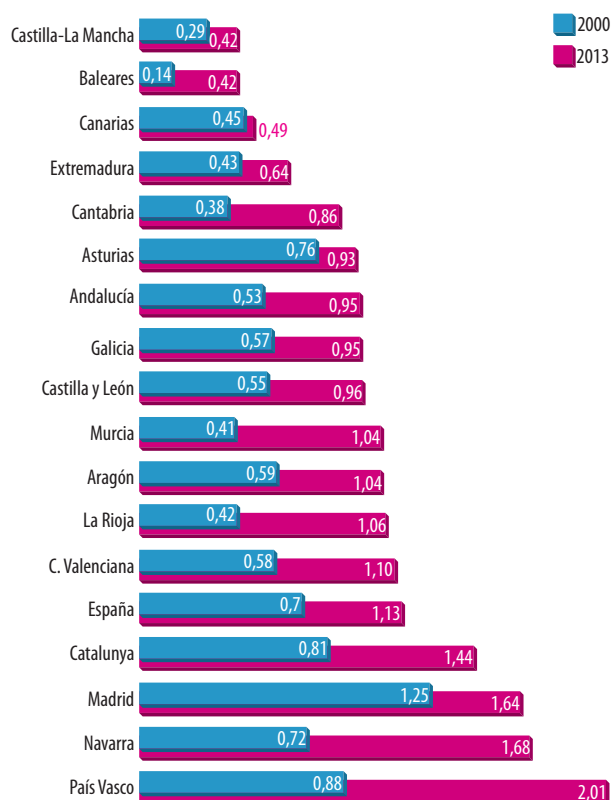
Fuente: INE, Estadística sobre actividades de I+D

En 2013, el porcentaje de personas ocupadas en actividades de investigación y desarrollo en equivalencia a jornada completa respecto al total de la ocupación era del 1,44% en Catalunya, superior al 1,13% español, pero lejos de las comunidades líderes del Estado en este indicador que eran Madrid (1,64%), Navarra (1,68%) y por encima de ellos, el País Vasco (2,01%).

A principios de siglo, la comunidad líder era Madrid (1,25%), el País Vasco era la segunda (0,88%) y Catalunya ocupaba la tercera posición (0,81%). Ocho

comunidades autónomas han progresado más que Catalunya, en términos relativos, en esta ratio. Las ocho comunidades, de menor a mayor aumento, son Andalucía, Comunidad Valenciana, Cantabria, País Vasco, Navarra, La Rioja, Murcia y Baleares.

#### Personal ocupado en I+D en EJC. En % sobre el total de ocupación



Fuente: Informe COTEC 2014 e INE, Estadística sobre actividades de I+D

La mayoría de las personas ocupadas en I+D son investigadores. La evolución, en el periodo 2000-2013, del número de investigadores en España y Catalunya fue similar a la del total del personal que trabaja en este sector: crecimiento más intenso del número de investigadores en Catalunya que en el Estado en

la década pasada (tasas anuales acumulativas de variación del 5,8% y 6,2%) y reducción de efectivos, aunque menos intensa en Catalunya, de 2010 a 2013. Las caídas fueron del 2,9 y del 2% anual acumulativo, respectivamente. El menor descenso de Catalunya fue posible porque entre 2011 y 2013 se mantuvo el número de investigadores en torno a 25.500.

En 2013, el porcentaje de investigadores respecto al total de personal dedicado a la I+D en Catalunya era del 57,3%, alrededor de tres puntos porcentuales menos que el del conjunto del Estado. En ambos casos, desde el comienzo del siglo, se ha producido una pérdida de protagonismo de los investigadores que, sin embargo, ha sido menos intensa en Catalunya. También, en ambos casos, en España y en Catalunya, la evolución del total de investigadores ha sido menos dinámica que la del personal dedicado a tareas de investigación y desarrollo, creciendo menos en el período de expansión 2000-2010 y cayendo más en el de reducción de efectivos 2010-2013.

**Investigadores y personal ocupado en actividades de I+D. Índice 100 = 2000**

España			Catalunya		
	Personal en EJC	Investigadores en EJC		Personal en EJC	Investigadores en EJC
2000	100,0	100,0	2000	100,0	100,0
2001	104,3	106,5	2001	103,7	98,9
2002	111,3	108,7	2002	111,7	104,0
2003	125,6	120,7	2003	133,1	124,1
2004	134,3	131,7	2004	145,9	140,1
2005	144,9	143,1	2005	150,8	150,1
2006	156,7	151,0	2006	162,8	165,3
2007	166,7	159,9	2007	171,4	169,2
2008	178,8	170,8	2008	185,3	178,2
2009	183,0	174,5	2009	188,5	181,8
2010	184,1	175,6	2010	184,6	182,7
2011	178,3	169,9	2011	177,1	172,0
2012	173,1	165,4	2012	177,1	172,3
2013	168,6	160,7	2013	177,3	172,2

Fuente: Informe COTEC 2014 e INE, Estadística sobre actividades de I+D

La mayoría del personal investigador trabajaba en el sector de la educación superior, tanto en Catalunya como en España, el sector empresarial estaba en segundo lugar y la administración pública ocupaba el último puesto, alejada de los dos primeros.

La diferencia de protagonismo entre el sector de la educación superior y el de las empresas es, sin embargo, mínima en Catalunya en relación a lo que ocurre en el conjunto del Estado. En 2013, en Catalunya, el 39,9% de los investigado-

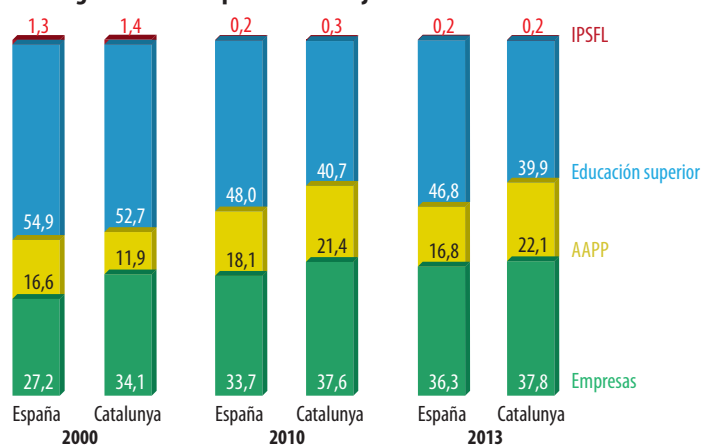
res en equivalencia a tiempo completo realizaban sus tareas en el sector de educación y el 37,8% lo hacían en el sector empresarial. España presentaba un saldo favorable de diez puntos porcentuales en el sector de la educación superior. En Catalunya, el sector empresarial y el de la administración pública tenían, en 2013, un porcentaje del total de investigadores superior al español, lo contrario de lo que sucedía en el sector de la educación superior.

Igual que en el gasto en I+D, el cambio más significativo en el periodo 2000-2010, en Catalunya, fue la ganancia de peso relativo de la administración pública en la distribución del personal investigador en I+D. El año 2000 estas actividades ocupaban al 11,9% del total, porcentaje inferior al del resto del Estado, sin embargo, el año 2010 empleaban al 20%, porcentaje superior al español. Este aumento se produjo en detrimento del sector de la educación superior, el cual también perdió protagonismo en España en el periodo 2000-2010, mientras el sector empresarial lo ganaba en ambos territorios.

Entre 2010 y 2013, la participación del sector de la AAPP española disminuyó en el total de investigadores en I+D, lo contrario de lo que acontecía en Catalunya. En todos los ámbitos la educación superior perdió peso relativo sobre el total de investigadores en I+D, mientras el sector empresarial lo ganaba.

Los recursos por investigador son superiores en el sector empresarial respecto al sector de la administración pública y, sobre todo, al de la educación superior, según se desprende de la distribución del gasto en I+D y el número de investigadores por sector de ejecución.

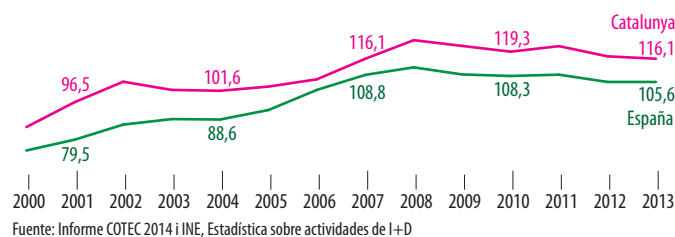
**Investigadores en EJC por sector de ejecución. En % del total**



Fuente: Informe COTEC 2014 i INE, Estadística sobre actividades de I+D

En 2013, el gasto medio en I+D por investigador en Catalunya era superior al español: 116,1 euros frente a 105,6. Entre los años 2000 y 2013 siempre fue así. En cuanto a su evolución, en el período expansivo 2000-2008 se produjo, en Catalunya y en España, un incremento de los recursos puestos a disposición de los investigadores con tasas anuales acumulativas del 4,9% y 5,2%, respectivamente. Durante la crisis, de 2008 a 2013, el gasto en I+D por investigador disminuyó, y lo hizo más intensamente en Catalunya que en el conjunto español con porcentajes del -1,4% y del -1,2%, en términos anuales acumulativos.

#### Gastos en I+D por investigador EJC. En euros corrientes



# **2**

## **Sistema de I+D y producción científica de Barcelona y de su área metropolitana**

El año 2014, la ciudad de Barcelona, figuraba en la cuarta posición del ranking europeo de ciudades con más publicaciones científicas. Mantenía la posición de 2013, año en el que subió una respecto a 2012. El ascenso es producto de la progresión experimentada los últimos años, ya que en 2005 estaba en la posición 11ª (Observatorio Barcelona, 2015). En el mundo está situada en la 11ª posición, perdiendo una respecto a 2013 por delante de ciudades como Cambridge (EEUU), Roma, Berlín, Milán, Munich o Amsterdam. También mejoró respecto a 2005, ejercicio en el que ocupaba la posición 27ª de este ranking mundial.

Según esta clasificación, la progresión en el número de publicaciones no se ha visto aparentemente afectada por la crisis económica iniciada en 2008 y su impacto creciente en el sector público, especialmente a partir de 2010, ejercicio en el que se visualiza la mayor parte de la producción científica. Es difícil predecir la evolución futura de este indicador si no se recupera, durante los próximos años, la minoración de los presupuestos públicos destinados a I+D.

En todo caso, la posición de Barcelona entre las ciudades con mayor producción científica de Europa y del mundo es, sin duda, el resultado de las capacidades del territorio, de los recursos humanos que trabajan en sus universidades, centros de investigación y hospitales que, además, cuentan con importantes estructuras de soporte a la investigación (grandes infraestructuras, parques científicos, ...), así como, su capacidad para captar recursos estatales e internacionales.

En este informe, al hablar de publicaciones se hace en referencia a los artículos científicos publicados en revistas denominadas "indexadas", ya que la investigación que se publica es valorada por entidades independientes, en base a la cuantificación del número de citas de cada artículo en otras publicaciones, entre otros parámetros, lo que da lugar a un índice multifactorial que estima la calidad de la revista.

La publicación en estas revistas implica que los artículos que los autores envían recogiendo los resultados de su investigación, son revisados por investigadores del mismo ámbito de conocimiento, procedimiento conocido como revisión por pares, antes de ser aceptados para su publicación. Los revisores y editores de la revista o de otros tipos de publicaciones (en todos los ámbitos de conocimiento, pero en proporción variable una parte de los resultados de la investigación se publica como libros o capítulos de libros) deben dar el visto bueno para que el artículo sea publicado.



### Principales ciudades del mundo en número de publicaciones científicas

	Ranquing mundial		Ranquing europeo	Publicaciones
	2013	2014	2014	2014
Pekín	1	1		62.987
Londres	2	2	1	36.400
Xangai	7	3		30.935
Seul	5	4		30.262
Tokio	3	5		29.952
Nueva York	6	6		28.698
Boston	4	7		28.522
París	8	8	2	27.160
Madrid	9	9	3	17.489
Toronto	12	10		15.662
<b>Barcelona</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>4</b>	<b>15.636</b>
Baltimore	11	12		15.571
Cambridge-Ma	17	13		15.450
Chicago	15	14		15.357
Los Angeles	13	15		15.285
Moscú	14	16	5	15.191
Filadelfia	16	17		15.038
Sao Paulo	18	18		14.903
Houston	19	19		14.357
Roma	20	20	6	14.189
Melbourne	22	21		13.730
Berlín	21	22	7	13.261
Milan	23	23	8	11.397
Singapur	24	24		12.850
Hong Kong	26	25		12.343
Montreal	25	26		11.976
Cambridge	28	27	9	11.476
Munich	29	28	10	11.435

Fuente: Observatorio de Barcelona, 2015.

Este es el sistema que, en su mayoría y de forma transversal en todos los ámbitos de conocimiento, rige en las publicaciones científicas para velar por el rigor de los resultados de la investigación que contienen los artículos, la calidad de los mismos y, por lo tanto, la calidad de las revistas en las que se publican. De ello depende, en último término, su prestigio y reconocimiento, así como el de los investigadores que remiten artículos. Aunque, con notables diferen-

cias según la disciplina de que se trate, cuando más prestigiosa es la revista, más selectiva es la aceptación de los artículos. Declinan publicar un alto porcentaje y solo aceptan los que consideran de mayor calidad, especialmente en algunos campos, los más novedosos.

Las áreas científicas con mayor número de publicaciones en el área de Barcelona, según *Web of Sciences* analizadas por la XPCAT y recogidas en el Observatorio Barcelona 2015, son: medicina clínica, ciencias biológicas, ciencias químicas, medicina básica y ciencias físicas.

Las características de las entidades y estructuras que hacen posible esta posición de Barcelona, de su área metropolitana y de Catalunya como territorios con una elevada producción científica de calidad se analizan seguidamente.

#### Capacidad y producción científica del sistema de I+D de la AMB en relación a Catalunya

Catalunya cuenta con ocho universidades públicas, cinco en el AMB. En la tabla, para el curso 2012-2013, se indica el número de estudiantes y el de personal docente investigador (PDI), la oferta de estudios de grado, másters y doctorados y, por último, los grupos de investigación consolidados, es decir, los que cuentan con reconocimiento de la Generalitat de Catalunya.

##### Oferta, estudiantes, profesorado y grupos de investigación consolidados

Curso 2012-2013	Grados	Masters	Estudiantes de grado	Estudiantes de masters y doctorados	Programas doctorado	PDI	Grupos de investigación consolidados
UB	66	140	46.449	10.118	73	5.312	243
UPC	68	65	28.804	5.090	51	2.431	197
UAB	81	84	28.509	5.735	67	3.629	220
UPF	21	25	11.969	5.235	9	558	63
UOC	25	46	39.031	4.331	2	372	14
<b>Univ. AMB</b>	<b>261</b>	<b>360</b>	<b>154.762</b>	<b>30.509</b>	<b>202</b>	<b>12.302</b>	<b>737</b>
UdG	41	41	13.682	1.374	11	1.155	42
URV	37	46	11.886	2.151	37	921	59
UdL	31	41	8.779	1.295	9	997	49
<b>Univ. Catalunya</b>	<b>370</b>	<b>488</b>	<b>189.109</b>	<b>35.329</b>	<b>259</b>	<b>15.375</b>	<b>887</b>

Fuente: Informe "Universidades de Catalunya", ACUP 2014.

Las universidades del AMB, en el curso académico 2012-2013, agrupaban 12.302 PDI y 737 grupos de investigación, lo que supone el 80 y el 83% de Catalunya, respectivamente.

Respecto a la producción científica de las universidades públicas catalanas del año 2013, la tabla recoge el total de publicaciones científicas del AMB y de

Catalunya, el personal docente y investigador (PDI) con título de doctor y las publicaciones por PDI doctor que trabaja a tiempo completo, ratio utilizada para comparar la productividad de las universidades.

Las tres universidades con mayor productividad científica por profesor doctor son, por este orden, la UAB, la UPF y la UB, todas ellas ubicadas en el AMB. Por número total de publicaciones científicas, la UB encabeza el ranking, seguida por la UAB y la UdG; la UPF ocupa la 4ª posición.

Las universidades con sede en el AMB acogen el 67,4% del PDI y representan el 76,3% de las publicaciones de las universidades públicas catalanas. Su productividad expresada en número de publicaciones por PDI con titulación de doctor es ligeramente superior al valor que ofrece este parámetro para el conjunto de las universidades catalanas, si bien hay que tener en cuenta que la UPC cuenta con centros en ciudades que no forman parte del AMB, como Terrassa, Manresa o Vilanova y la Geltrú.

También se ha de destacar que una veintena de los 36 municipios que forman el AMB acogen centros universitarios, lo que muestra la creciente extensión e importancia de la presencia de la universidad en el territorio. Esta característica es relevante por sus repercusiones en la dinamización económica y social de los entornos en los que se ubican.

#### Universidades catalanas. Publicaciones del personal docente doctor. 2013

	Publicaciones	PDI doctor	Publicaciones/ PDI doctor
Universidad de Barcelona	4.752	2.324	2,04
Universidad Politécnica de Catalunya	652	549	1,19
Universidad Autónoma de Barcelona	3.795	1.440	2,64
Universidad Pompeu Fabra	1.042	436	2,39
Universidad Oberta de Catalunya	101	194	0,52
<b>Universidades del AMB</b>	<b>10.342</b>	<b>4.943</b>	<b>8,78</b>
Universidad de Girona	1.697	1.407	1,21
Universidad Rovira i Virgili	998	535	1,87
Universidad de Lleida	519	450	1,15
<b>Universidades de Catalunya</b>	<b>13.556</b>	<b>7.335</b>	<b>13,01</b>

Fuente: Informe ACUP 2014.

### Centros de investigación CERCA. Producción científica 2009-2011

	Artículos	Citas
* Instituto de investigaciones biomédicas August Pi i Sunyer (IDIBAPS), Barcelona	3.783	42.785
* Instituto de investigación biomédica de Bellvitge (IDIBELL)	1.955	21.314
* Instituto de investigación Vall d'Hebron (VHIR), Barcelona	1.785	20.168
* Instituto de investigación biomédica Sant Pau (IIB Sant Pau), Barcelona	1.423	13.454
IMIM-Instituto Hospital del Mar de investigaciones médicas, Barcelona	1.038	13.140
Instituto de investigación y tecnología agroalimentaria (IRTA)	899	5.649
* Instituto de investigación ciencias de la salud Germans Trias i Pujol (IGTP), Badalona	893	8.802
Instituto de estudios espaciales de Catalunya (IEEC), Barcelona	605	13.571
Instituto de investigación sanitaria Pere Virgili (IISPV), Tarragona	555	4.225
Instituto catalán de nanociencia y nanotecnología (ICN2), CSIC-CERCA, Bellaterra	478	5.430
Instituto de ciencias fotónicas (ICFO), Castelldefels	465	6.253
Instituto de investigación biomédica de Barcelona (IRB)	444	4.370
Centre de regulación genómica (CRG), Barcelona	438	7.819
Instituto de física de altas energías (IFAE), Bellaterra	409	8.777
Instituto catalán de investigación química (ICIQ), Tarragona	380	6.572
Instituto catalán de nanotecnología (ICN), Bellaterra	309	3.926
Centro de investigación en epidemiología ambiental (CREAL), Barcelona	291	2.874
Centro de investigación ecológica y aplicaciones forestales (CREAF), Bellaterra	247	2.093
Centro de investigación en salud internacional de Barcelona (CRESIB)	234	2.321
Instituto de bioingeniería de Catalunya (IBEC), Barcelona	227	1.753
Centro de investigación en sanidad animal (CReSA), Bellaterra	222	1.377
Instituto catalán de investigación del agua (ICRA), Girona	207	2.478
Instituto de investigación biomédica de Lleida (IRBLLEIDA)	203	1.462
Agrotecnio-Centro de investigación en agrotecnología, Lleida	182	938
Instituto de investigación biomédica de Girona (IdIBGi)	178	2.054
Fundació instituto de investigación del Sida-Caixa, IRSiCaixa, Badalona	174	2.256
Centro tecnológico forestal de Catalunya (CTFC), Solsona	149	978
Centro de investigación en agrigenómica (CRAG), CSIC-UAB-UB, Bellaterra	129	1.498
Instituto catalán de paleoecología humana y evolución social (IPHES), Tarragona	125	725
Centro tecnológico de telecomunicaciones de Catalunya (CTTC), Barcelona	124	323
Instituto de investigación en energía de Catalunya (IREC), Barcelona	119	973
Centro internacional en métodos numéricos en ingeniería (CIMNE), Barcelona	117	337
Instituto catalán de ciencias cardiovasculares (ICCC), Barcelona	93	689
Centro de visión per computador (CVC), Bellaterra	91	222
Instituto catalán de paleontología Miquel Crusafont (ICP), Sabadell	80	365
Instituto de oncología, Hosp Vall Hebron (VHIO), Barcelona	69	1.698
Centro de medicina regenerativa de Barcelona (CMRB)	66	2.072
Centro de investigación matemática (CRM), Bellaterra	60	150
Instituto catalán de ciencias del clima (IC3), Barcelona	32	268
Instituto de medicina predictiva y personalizada del cáncer (IMPPC), Badalona	30	303
Centro de investigación en economía internacional (CREI), Barcelona	21	167
Centro de estudios demográficos (CED), Bellaterra	13	10
Fundación i2cat, Barcelona	10	16
Instituto catalán de arqueología clásica (ICAC), Tarragona	10	36
Instituto investigación contra la leucemia Josep Carreras (IRCL), Barcelona	5	6
Markets, Organizations and Votes in Economics (MOVE), Cerdanyola del Vallès	1	3
<b>Total</b>	<b>15.645</b>	<b>175.619</b>

Fuente: Datos Thomson Reuters, NCR, tratamiento grupo BAC, Lluís Rovira (CERCA), Raül Méndez (FCRI) y Eduard Suñen (FCRI).

Junto a las universidades, Catalunya dispone de centros de investigación de alto nivel agrupados en la institución Centros de Investigación de Catalunya, CERCA. Promovidos y participados por la Generalitat de Catalunya son responsables de una importante producción científica de calidad.

En la tabla se muestran estos 46 centros, ordenados por número de publicaciones científicas en el trienio 2009-2011. Treinta y siete de estos centros están ubicados en el AMB.

Además del número de publicaciones científicas de cada uno de los centros CERCA, se puede observar el número de citas totales de los artículos publicados, es decir, las veces que salen referenciados en otras publicaciones científicas, un indicador de la calidad de la investigación.

Es importante señalar que, en julio de 2014, seis de los centros agrupados en CERCA, constituyeron *Barcelona Institute of Science and Technology* para desarrollar acciones interdisciplinarias para incrementar el impacto global de los centros que la forman. Impulsan tres ejes principales: investigación interdisciplinar, transferencia de tecnología y formación internacional en postgrados.

Los centros que conforman esta entidad son: CRG, ICIQ, ICN2, ICFO, IFAE e IRB. Su objetivo es incrementar la proyección de los centros y reforzar el sistema de investigación catalán.

Los centros de investigación sanitaria (IIS) acreditados por el Instituto Carlos III han sido reconocidos como centros de excelencia en investigación biomédica. Se crearon para potenciar la investigación traslacional a partir de las actividades docentes, asistenciales y de investigación realizadas en los hospitales universitarios y en los institutos de investigación a ellos vinculados, habitualmente, suelen estar localizados en un entorno cercano. En Catalunya funcionan seis IIS, cinco miembros de la institución CERCA (marcados con un asterisco en la tabla) y la Fundación Parc Taulí de Sabadell.

Además de las actividades de investigación realizadas en los seis hospitales universitarios que cuentan con centros de investigación reconocidos como IIS, en Barcelona y Catalunya existen otros hospitales universitarios que también realizan actividades relevantes de investigación. La tabla recoge los datos de personal y de publicaciones científicas de los hospitales universitarios de la provincia de Barcelona.

El hospital Clínico de Barcelona destaca por el volumen de su producción científica y por el impacto de sus publicaciones. Este centro se ha constituido como consorcio en el que participan el Servicio catalán de salud (CatSalut) y la Universidad de Barcelona.

El impacto normalizado es un índice elaborado a partir de la citas de las publicaciones de una universidad, centro de investigación u hospital. Es un índice relativo a la calidad de las publicaciones.

Como puede observarse en la tabla, el hospital Clínico tiene un índice normalizado superior a dos, a continuación están los hospitales Germans Trias i Pujol y el de Vall d'Hebró. También se ha de destacar el hospital del Mar con un impacto normalizado de 1,72. En número de publicaciones la segunda posición la ocupa el hospital de Vall d'Hebrón, seguido por el de Sant Pau.

**Hospitales universitarios de la provincia de Barcelona.  
Personal y publicaciones científicas. 2007-2011**

	Personal asistencial	Personal no asistencial	Producción científica	Impacto normalizado
Consorcio sanitario de Terrassa	1.847	522	482	1,72
Corporación sanitaria Parque Taulí de Sabadell	2.638	882	909	1,25
Hospital clínico de Barcelona	3.470	908	6.378	2,11
Hospital de la Santa Creu i Sant Pau	2.159	516	2.612	1,51
Hospital del Mar	2.537	551	2.237	1,75
Hospital Sant Joan de Déu	1.135	257	1.041	1,23
Hospital universitario de Bellvitge	2.569	849	2.057	1,49
Hospital universitario Germans Trias i Pujol	1.849	479	1.947	1,94
Hospital universitario Vall d'Hebron	4.638	1.725	3.654	1,81

Fuente Informe BioCat 2013 i informe SIR 2012-2013.

Junto a la capacidad de las universidades, hospitales y centros de investigación, el AMB dispone de estructuras de apoyo a la I+D como las infraestructuras científicas y tecnológicas singulares (ICTS), los centros tecnológicos y los parques científicos y tecnológicos.

Estas infraestructuras son imprescindibles para que el territorio tenga un sistema que genere nuevo conocimiento y, al mismo tiempo, lo transforme en nuevos productos y/o servicios a través de la innovación, produciendo, de esta manera, mayor impacto de la I+D en el desarrollo económico de su entorno.

De las ICTS, destacan por su envergadura, volumen de inversión e impacto el Barcelona Supercomputing Centre -Centro Nacional de Supercomputación- que lidera la red de supercomputación del Estado, y el Sincrotrón ALBA-CELLS y el Centro Nacional de Análisis Genómico. De los parques científicos y tecnológicos del AMB destaca el de la UB que fue pionero y está claramente orientado a la investigación, especialmente en el ámbito Bio También se ha de destacar por su conexión con la innovación mediante la transferencia de tecnología.

Los parques pueden ser contemplados como la plasmación física de la denominada triple hélice, es decir, de la colaboración entre la investigación pública, las empresas, que son las que deben transformar el nuevo conocimiento generado en innovación, y la administración, que debe jugar el rol de facilitadora del proceso de conexión entre la I+D y las necesidades de la sociedad.

En el proceso de conexión es relevante la labor de los centros tecnológicos, dado que son estructuras orientadas al desarrollo, es decir, a la D de la I+D. Esta es una etapa fundamental para transformar el conocimiento generado en productos y servicios comercializables.

La tabla recoge los centros tecnológicos de la red TECNIO de la Generalitat de Catalunya ubicados en el AMB. Su actividad principal es dar respuesta a las necesidades de I+D e innovación de las empresas.

A principios de 2015 ASCAMM, Barcelona digital, Barcelona media, CTEMMSA y, funcionalmente, CTM centro tecnológico se integraron en EURECAT, Centro tecnológico de Catalunya. Con esta integración, de cinco de los seis centros tecnológicos de Catalunya - el sexto es Leitat, con sede en Terrassa- se persigue alcanzar una masa crítica superior a las capacidades y servicios de los centros preexistentes

#### **Parques científicos y tecnológicos del AMB miembros de XPCAT**

22@Barcelona
Barcelona Synchrotron Park (Parque del Alba)
b_TEC Barcelona Innovación Tecnológica
Esade Creapolis
La Salle Technova Barcelona
Parque científico de Barcelona (PCB)
Parque científico y tecnológico de Terrassa (Orbital.40)
Parque de investigación UAB (PRUAB)
Parque de investigación biomédica de Barcelona (PRBB)
Parque de investigación UPF - Ciencias sociales y humanas
Parque tecnológico Barcelona Nord (Barcelona Activa)
Parque tecnológico del Vallès, S.A. (PTV)
Parque UPC – Parque de investigación e innovación de la UPC

### Centros tecnológicos miembros de la Xarxa TECNIO. AMB

ASCAMM. Ascamm Centro tecnológico	CIEFMA. Centro de integridad estructural y fiabilidad de materiales	GTS. Grupo técnicas de separación
BAPP. Grupo bioanálisis, farmacología y proteómica	CITCEA. Centro de innovación tecnológica en convertidores estáticos i accionamientos	IIIA. Instituto de investigación en inteligencia artificial
BARCELONA-MEDIA. Barcelona Media	CIT-UPC. Centro de innovación i tecnología de la UPC (CIT UPC)	LAM. Laboratorio de aplicaciones multimedia
BDIGITAL. Barcelona digital centro tecnológico	CPT. Centro de proyección térmica	LA-SALLE-R&D. La Salle Research&Development
BIO-GLS. Centro tecnológico para tratamiento integral de emisiones gaseosas, efluentes líquidos y residuos sólidos	CRAHI. Centro de investigación aplicada en hidrometeorología	MTG. Music Technology Group
BIOMEMS. Grupo de biosistemas y bioingeniería	CREB. Centro de investigación en ingeniería biomédica	NANOMOL- Centro de nanotecnología y materiales moleculares
CCiTUB. Centros científicos y tecnológicos de la universidad de Barcelona	CVC. Centro de visión por computador	NETS. Network Technologies and Strategies
CDEI-UPC. Centro de Diseño de equipos industriales	DAMA-UPC. Data Management Group	NeuroPhar. Laboratorio de neurofarmacología
CDIF. Centro de diagnóstico industrial y fluidodinámica	DIOPMA. Centro de diseño y optimización de procesos y materiales	PPF. Planta piloto de fermentación
CELLTEC-UB. CELLTEC - UB	ECOR. Grupo de investigación de ingeniería de la corrosión y de materiales metálicos	SAF. Servicio de análisis de fármacos
CEMIC. Centro de ingeniería de micro-nanosistemas para instrumentación y comunicaciones	GCEM. Grupo de compatibilidad electromagnética	SDM. Servicio de desarrollo del medicamento
Centro-QCI. Centro de química coloidal e interfacial	GEMAT. Grup de ingeniería de materiales	SEPPIO. Servicio proteómica y bioinformática
CEPHIS. Centro de prototipos y soluciones hardware software	GEM-IQS. Grupo de ingeniería molecular	SINTEFARMA. Centro de I+D en síntesis orgánica para la industria químicofarmacéutica
CEQAP. Centro de ingeniería química ambiental y de productos	GRIB. Programa de investigación en informática biomédica	SNIBA. Servicio de nutrición y bienestar animal
CERETOX. Centro de investigación en toxicología	GTI. Grupo de tecnologías interactivas	SVGM. Servicio veterinario de genética molecular
CERPTA. Centro especial de investigación planta de tecnología de los alimentos	GTQ. Grupo de transductores químicos	UQC-PCB. Unidad de química combinatoria

La relevancia de las estructuras de I+D de un territorio, independientemente de que su nivel sea estatal, europeo o mundial, como hemos visto al inicio de este capítulo, viene dada por su producción científica, tanto por la cantidad como por la calidad.



De las 102 instituciones de investigación del Estado incluidas en el ranking mundial de producción científica que recopila las 2.600 entidades del mundo que entre 2008-2012 publicaron más de 1.000 artículos científicos, 21 estaban en Catalunya y de éstas 18 en el AMB, es decir, el 18% de las españolas.

De las 21 entidades catalanas que estaban en este ranking, siete son universidades, siete centros de investigación (seis miembros de CERCA) y siete hospitales universitarios.

El orden que las instituciones ocupan en el ranking es el resultado de diferentes indicadores de calidad y no el número de publicaciones. Entre estos destacan las citas por documento, las publicaciones en revistas del primer cuartil de su ámbito de conocimiento (Q1, el 25% de las revistas consideradas de mayor calidad), las publicaciones con colaboraciones internacionales, con el liderazgo o no de investigadores de cada centro, y las consideradas de excelencia.

En esta clasificación, tres universidades del AMB figuran entre las mil primeras instituciones del mundo de acuerdo con su producción científica. Concretamente y, por orden, la UPF, la UB y la UAB.

Los rankings de universidades, que han proliferado en paralelo a su creciente popularidad y repercusión mediática, se elaboran a partir de un amplio conjunto de parámetros e índices. Estos parámetros, ponderados de manera diferente en cada uno de los rankings, van desde el número de publicaciones, su calidad o recursos, públicos y privados, captados, hasta el número de premios Nobel que han sido profesores de la universidad, la diversidad de la procedencia de profesores y alumnos, la tasa de inserción profesional de los titulados, el nivel salarial que estos alcanzan o la cantidad de empresas spin-off creadas.

En el National Taiwan University Ranking (NTU Ranking), en el que el peso de la productividad y el impacto de las publicaciones científicas es especialmente importante, en la edición del 2014, la UB ocupa la posición 71 entre las 500 mejores universidades del mundo, siendo la primera de España.

En el Academic Ranking of World Universities (ARWU), conocido como ranking de Shanghai, la UB se encuentra entre las posiciones 150 y 200, siendo también la primera del Estado; la UAB entre la 200 y la 300 y la UPF entre la 300 y la 400. Este ranking, realizado por el Center for World-Class Universities de Shanghai Jiao Tong University, analiza más de 1.200 universidades de las que presenta las 500 mejores ordenadas según los parámetros que utilizan para su elaboración.

**Producción científica de las instituciones catalanas en el ranking mundial (2008-2012)**

Impacto normalizado			Instituciones	Sector	Producción científica		Promedio citas recibidas por publicación	
Ranking español	Ranking mundial	Valor sobre media mundial (=1)			Ranking mundial	Nº Total	Ranking mundial	Citas por documento
1	46	2,7	Inst. catalan de oncología	Salud	2.521	1.118	17	23,85
2	84	2,41	Inst. de estudios espaciales de Catalunya	AAPP	2.216	1.344	56	18,65
3	85	2,41	Inst. Hospital del Mar de investigaciones médicas	Salud	1.683	1.954	120	15,67
5	111	2,29	Inst. de investigaciones biomédicas August Pi i Sunyer	Salud	1.058	3.484	101	16,39
6	138	2,19	Hospital clínico de Barcelona	Salud	558	7.004	137	15,18
7	139	2,19	Inst. de ciencias fotónicas	AAPP	2.483	1.154	333	11,92
8	188	2,1	Inst. de investigación biomédica de Bellvitge	Salud	1.879	1.695	161	14,38
11	247	1,99	Hospital universitario Vall d'Hebron	Salud	937	3.998	282	12,49
16	349	1,85	Hospital del Mar	Salud	1.438	2.396	372	11,62
17	384	1,81	Hospital universitario Germans Trias i Pujol	Salud	1.597	2.085	309	12,21
20	582	1,65	Universidad Pompeu Fabra	Ed. sup.	816	4.680	648	9,56
21	601	1,63	Hospital de la Santa Creu i Sant Pau	Salud	1.320	2.665	411	11,28
22	619	1,62	Hospital universitario de Bellvitge	Salud	1.484	2.310	666	9,38
24	736	1,54	Universidad de Barcelona	Ed. sup.	151	18.798	565	10,19
26	774	1,51	Universidad Autónoma de Barcelona	Ed. sup.	198	16.063	833	8,53
30	833	1,47	Inst. de investigación i tecnologia agroalimentaria Barcelona	AAPP	1.900	1.672	751	8,85
58	1251	1,22	Universidad Politécnica de Catalunya	Ed. sup.	267	13.227	1.857	4,36
59	1257	1,21	Hospital de Sant Joan de Deu	Salud	2.644	1.034	770	8,77
35	967	1,4	Universidad Rovira i Virgili	Ed. sup.	840	4.547	934	7,99
48	1106	1,31	Universidad de Girona	Ed. sup.	1.186	3.052	1.127	6,94
60	1263	1,21	Universidad de Lleida	Ed. sup.	1.570	2.154	1.076	7,26

Fuente: Informe CYD 2013.

**Producción científica de las instituciones catalanas en el ranking mundial (2008-2012)**

Instituciones		% publicaciones revistas del primer cuartil			% publicaciones con colaboración intern.		% de publicaciones lideradas por investigadores españoles			% publicaciones de excelencia	
		Sector	Ranking mundial	%Q1	Ranking mundial	% col. int.	Ranking mundial	%lid	Ranking mundial	%exc	
	Inst. catalan de oncologia	Salud	135	70,57	140	59,66	2.650	27,91	76	27,29	
	Inst. de estudios espaciales de Catalunya	AAPP	731	54,91	35	75,6	2.637	29,84	183	23,49	
	Inst. Hospital del Mar de investigaciones médicas	Salud	95	72,47	269	51,69	2.610	33,42	84	27,05	
	Inst. de investigaciones biomédicas August Pi i Sunyer	Salud	229	67,11	539	43,94	2.518	39,44	153	24,36	
	Hospital clínico de Barcelona	Salud	641	56,9	930	36,69	2.102	49,54	261	22,03	
	Inst. de ciencias fotónicas	AAPP	202	67,76	79	66,38	977	60,49	54	28,54	
	Inst. de investigación biomédica de Bellvitge	Salud	214	67,43	646	41,89	2.398	43,83	220	22,72	
	Hospital universitario Vall d'Hebron	Salud	996	49,45	1.457	27,51	2.106	49,42	922	15,85	
	Hospital del Mar	Salud	815	53,34	1.092	34,02	2.416	43,32	479	19,41	
	Hospital universitario Germans Trias i Pujol	Salud	1.124	46,67	1.619	25,04	2.181	48,15	872	16,31	
	Universidad Pompeu Fabra	Ed. sup.	558	58,61	288	50,68	2.149	48,61	376	20,33	
	Hospital de la Santa Creu i Sant Pau	Salud	807	53,51	1.403	28,29	2.383	44,32	813	16,74	
	Hospital universitario de Bellvitge	Salud	1.156	46,06	1.875	20,56	2.226	47,58	933	15,73	
	Universidad de Barcelona	Ed. sup.	553	58,75	393	47,37	2.046	50,31	729	17,38	
	Universidad Autónoma de Barcelona	Ed. sup.	665	56,42	573	43,35	1.794	53,3	832	16,63	
	Inst. de investigación i tecnologia agroalimentaria Barcelona	AAPP	286	65,55	602	42,76	1.712	54,19	577	18,53	
	Universidad Politècnica de Catalunya	Ed. sup.	1.606	36,94	475	45,37	902	61,09	1.174	13,76	
	Hospital de Sant Joan de Deu	Salud	1.285	43,52	1.179	32,4	1.815	53,09	1.289	12,89	
	Universidad Rovira i Virgili	Ed. sup.	868	52,54	764	39,74	750	62,88	740	17,26	
	Universidad de Girona	Ed. sup.	1.023	48,69	648	41,87	1.337	57,37	880	16,22	
	Universidad de Lleida	Ed. sup.	674	56,27	1.173	32,59	815	62,21	1.040	14,86	

Numerosos rankings incluyen clasificaciones específicas por ámbitos científicos. En el ARWU, la UB aparece entre las posiciones 51 y 75 en el campo de las ciencias médicas, la misma franja en la que se sitúa la UPF en economía, la UPC entre la 150 y la 200 en ingeniería, igual que la UB en el de ciencias experimentales y matemáticas y el de la UAB y de nuevo la UB en los de ciencias de la vida y agricultura.

Recientemente, para comparar universidades con características similares, algunos rankings han elaborado clasificaciones específicas para universidades con menos de 50 años. En la realizada por Times Higher Education, uno de los pioneros, la UPF ocupa la posición 12 y la UAB la 29. Ambas universidades ocupan posiciones invertidas, UAB la 10 y la 31 la UPF, en otra clasificación de universidades de menos de 50 años, el QS-World University Rankings, en el que la UPC ocupa la posición 43.

La diversidad de clasificaciones, consecuencia de la proliferación de rankings y de los factores que cada uno de ellos utiliza para realizar los cálculos correspondientes, conlleva que la tendencia de la evolución de la posición a lo largo de los años es más importante que la posición que una universidad ocupa en un ranking un determinado año. En este sentido, a pesar de algunas oscilaciones, la tendencia de las universidades del AMB ha sido positiva.

#### Producción científica por sectores

Periodo 2004-2008						
	AMB	Catalunya	Estado	Madrid	AMB/Estado	Cat/Madrid
Salud	21.877	22.422	66.048	19.235	33%	1,17
Adm. pública	2.830	2.830	9.096	3.868	31%	0,73
Ed. superior	36.611	42.946	192.748	34.304	19%	1,25
Todos	61.318	68.198	267.892	57.407	23%	1,19
Periodo 2008-2012						
	AMB	Catalunya	Estado	Madrid	AMB/Estado	Cat/Madrid
Salud	29.743	29.743	80.673	24.868	37%	1,20
Adm. pública	4.170	4.170	14.475	6.940	29%	0,60
Ed. superior	52.768	62.521	284.896	53.737	19%	1,16
Todos	86.681	96.434	380.044	85.545	23%	1,13

Fuente: Informe CyD 2010 y CyD 2013

En cuanto a la producción científica de Catalunya y del AMB, en particular, su evolución positiva se pone de relieve en el aumento del 41% de las publicaciones del periodo 2008-2012 respecto a las de 2004-2008. El incremento

es similar al de la producción científica del Estado. En Madrid, el aumento del 49% fue superior al del Estado y al de Catalunya.

Al menos, respecto a las publicaciones realizadas hasta 2012, la producción científica no refleja los efectos de la crisis económica, aunque ha supuesto una disminución importante de los presupuestos públicos destinados a I+D.

Al interpretar los resultados hay que tener presente que los artículos publicados en determinado año son el resultado de proyectos iniciados como mínimo el año anterior, habitualmente más, y que los recortes en los presupuestos del ámbito público se produjeron especialmente a partir de 2011, es decir, el impacto en la producción científica se observará cuando se disponga de los datos de las publicaciones realizadas a partir del año 2013.

Según el Informe CyD 2013 de 2014 que recopila datos de España desde el cuatrienio 2005-2009 la excelencia de las publicaciones, medida como número de artículos científicos que se encuentran entre el 10% de los más citados en sus campos científicos, ha disminuido. Este dato podría estar reflejando una pérdida, de momento moderada, de la capacidad científica del Estado que, sin afectar al aumento del número de publicaciones, estaría repercutiendo en su calidad. No obstante, hay que tener presente que el porcentaje de la contribución española a la producción científica mundial pasó del 2,28% el año 2000 al 3,15% en 2012, lo que representa un incremento del 38%. Este aumento supera el 50% cuando se calcula en relación a la producción científica de Europa Occidental, pasando del 7,53% en 2000 al 11,3% en 2012.

#### **Análisis cualitativo de la producción científica**

<b>Período 2004-2008</b>	<b>Citas totales</b>	<b>Publicaciones Q1</b>	<b>Publicaciones con colaboración internacional</b>
<b>AMB</b>	<b>667.294</b>	<b>35.153</b>	<b>23.130</b>
Catalunya	725.067	38.937	25.591
Madrid	473.202	29.086	17.196
Estado	2.265.282	138.783	86.502
AMB/Cat	92%	90,30%	90,40%
AMB/Estado	29,50%	25,30%	26,74%
<b>Período 2008-2012</b>	<b>Citas totales</b>	<b>Publicaciones Q1</b>	<b>Publicaciones con colaboración internacional</b>
<b>AMB</b>	<b>893.711</b>	<b>47.191</b>	<b>37.227</b>
Catalunya	966.860	52.278	41.013
Madrid	617.956	40.271	30.309
Estado	2.902.161	182.894	138.843
AMB/Cat	92%	90%	91%
AMB/Estado	31%	26%	27%

Fuente: Informes CyD 2010 y CyD 2013.

En cuanto a la contribución relativa de la producción científica de los tres grandes ámbitos públicos, educación superior, salud/hospitales y centros de investigación de la administración pública, a partir del periodo 2008-2012 se observa que la del ámbito de la salud es mayor en el AMB (34,3%) y Catalunya (30,84%) que la del Estado (21,22%). Estos porcentajes, en los tres territorios, son ligeramente inferiores a los del periodo 2004-2008.

En Madrid, la contribución del ámbito de salud a la producción científica pasa del 33,5% los años 2004 a 2008 al 29% en el periodo 2008-2012. Por otro lado, el efecto de capitalidad de Estado, en particular la elevada concentración de centros del CSIC, hace que el peso de la investigación en Madrid en el ámbito de los centros de la administración pública sea del 8,1% en los años 2008 a 2012, 1,5 puntos más que en el periodo 2004-2008. En cambio, en Catalunya, este porcentaje es ligeramente superior al 4% en ambos periodos.

La elevada concentración de centros de investigación de la administración pública en la capital del Estado da como resultado que este sector de la producción científica sea el único en el que Madrid supera a Catalunya en número de publicaciones, tendencia que se acentúa en el periodo 2008-2012 en relación al 2004-2008.

El análisis cualitativo de la producción científica en los periodos mencionados, se ha realizado utilizando los siguientes indicadores: número de citas totales, publicaciones en el primer cuartil (Q1, es decir en el 25% de las mejores revistas en su correspondiente campo científico) y publicaciones realizadas con colaboración internacional. Los datos se presentan en la tabla y se han calculado para todas las instituciones de investigación ubicadas en el AMB, Catalunya, Comunidad de Madrid y en el conjunto del Estado.

En los dos periodos, la producción científica del AMB genera más del 90% de las citas de Catalunya y el 30% de las del Estado. En cuanto a los artículos publicados en revistas del 1er cuartil y al porcentaje con colaboración internacional, las publicaciones de centros del AMB representan el 25 y el 27%. Son cifras que ponen de manifiesto la relevancia de la investigación desarrollada en este territorio.

Además, si calculamos las citas por documento a partir de los datos reflejados en las tablas en los centros del AMB y de Catalunya la ratio es ligeramente superior a 10 citas/publicación en los periodos 2004-2008 y 2008-2012, mientras que para el conjunto del Estado es de 8,45 y 7,63, respectivamente. Para la comunidad de Madrid es de 8,24 para el periodo 2004-2008 y de 7,2 para los años 2008-2012. La cantidad de citas por publicación científica indican mayor

calidad relativa y mayor impacto de la investigación realizada en el AMB y Catalunya, que la del conjunto del Estado.

Los datos de la tabla del periodo 2007-2011 refuerzan la idea anterior mostrando que, para los tres grandes ámbitos, educación superior, hospitales y centros de la administración pública, el impacto medio (que considera el número de citas por artículo y el prestigio de las revistas que lo citan) de las publicaciones realizadas por centros de Catalunya es superior al del Estado. Además en el ámbito de la salud y en el de centros de I+D dependientes de la administración se superan los valores de la UE-15.

**Producción científica e impacto medio por ámbitos. Periodo 2007-2011**

	Universidades e instituciones de enseñanza superior		Hospitales y centros de investigación en salud		Institutos I+D dependientes del Gobierno	
	Publicaciones	Impacto medio	Publicaciones	Impacto medio	Publicaciones	Impacto medio
Catalunya	57.943	1,38	36.767	1,87	18.515	1,78
España	261.345	1,19	106.799	1,47	117.183	1,51
UE-15	3.055.685	1,49	603.340	1,73	1.066.843	1,51
% Cat/UE-15	1,90		6,09		1,74	

Fuente: Informe mundial SIR 2013.

A partir de estos datos se puede estimar la contribución relativa de Catalunya respecto al total de publicaciones en el conjunto de la UE-15. Destaca el ámbito de la salud, con un 6%, frente al 1,9% de las universidades y otros centros de educación superior, y el 1,74% de los centros de investigación de la AAPP.

Datos de octubre de 2014 recopilados por la AGAUR muestran que en el periodo 2007-2013, Catalunya, que representa el 1,5% de la población de la Unión Europea, generó el 3% del total de las publicaciones, es decir, un factor 2. En relación al mundo, las publicaciones representan el 1% del total y la población el 0,1% de la mundial. Es una producción científica de una magnitud diez veces superior a la que, a priori, sería de esperar según su población.

Como consecuencia Catalunya y, sobre todo, Barcelona aparecen nítidamente en el mapa mundial de la ciencia, lo que, junto a otros elementos posibilitan que sean un polo de atracción del talento científico e investigador.

Es importante tener presente que las publicaciones y los artículos científicos son la principal vía por la que los investigadores dan a conocer, a colegas y a todas las personas interesadas, los resultados de su investigación. Es el producto ("output") principal de las actividades de investigación de las universidades, centros e Institutos de investigación. Además de ser el canal de

difusión de sus actividades, las publicaciones también son el elemento principal en que se basa el reconocimiento de la actividad científica, su trayectoria profesional y promoción.

Los resultados de la investigación recogidos en las publicaciones científicas son la base de numerosas tecnologías y de mejoras de la calidad de la vida como, por ejemplo, los avances en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades, especialmente en el siglo XX y, de forma acelerada, desde de los años 50, después de la 2ª guerra mundial, periodo en el que podemos fijar el inicio del “sistema de I+D” tal y como lo entendemos.

Para citar un ejemplo cercano a la vida cotidiana actual de casi todas las personas, la tecnología de los actuales teléfonos móviles (baterías, capacidades de almacenamiento de datos, antenas miniaturizadas, pantallas táctiles, chip procesador de elevada velocidad y bajo consumo,...) fueron, inicialmente, resultados de investigaciones antes de ser desarrollados, es decir, la D de la I+D, en capacidades o productos concretos.

Lo mismo se puede afirmar de la ciencia que hay detrás de las actuales técnicas de diagnóstico médico por la imagen (ecografía, TAC, RMN, ...), de la mejora de la conductividad de materiales metálicos gracias a aleaciones, de la eliminación de contaminantes y preservación del medio ambiente, de la disminución del consumo de los vehículos con motor de combustión o que las posibles alternativas, vehículos eléctricos o de hidrógeno, sean una realidad, al menos desde el punto de vista tecnológico.

En los ejemplos de empresas o instituciones incluidos en este informe se describen los objetivos y actividades de diferentes agentes, públicos y privados, del sistema de I+D e innovación de Catalunya. Se encuentran en ámbitos y líneas de investigación en curso en campos diversos, algunos de ellos lejos de posibles aplicaciones, y otros que han dado lugar a innovaciones.

Una característica inherente a las actividades de investigación es que, con pocas excepciones, es difícil predecir qué resultados de la investigación se transformarán en tecnología dando como resultado un producto o servicio nuevo o mejorado mediante la innovación. Más difícil es predecir el tiempo que transcurrirá entre el momento en el que se realiza la investigación, se publican los resultados, se patentan y se plasman en innovaciones.

Es fundamental que la investigación abarque todos los campos del conocimiento. En muchos casos los avances, las tecnologías y las innovaciones disruptivas más relevantes, se originaron a partir de actividades de investigación con resultados o descubrimientos no esperados.



A la conexión entre investigación e innovación, pasando por el desarrollo, y sus condicionantes, está dedicado el capítulo 3 de este informe.

#### Competitividad en la captación de recursos de los agentes del sistema de I+D del AMB respecto a Catalunya y España

En el apartado anterior se ha analizado la capacidad y la producción científica del sistema de I+D de Catalunya. Para que este sistema funcione ha de disponer de los recursos humanos y económicos necesarios.

Los recursos, en su mayor parte, tienen un origen competitivo, es decir, están vinculados a proyectos que son evaluados y, en su caso, aprobados. La mayoría provienen de presupuestos públicos. El último aspecto que se analizará en este capítulo es la capacidad de captación y el origen de los recursos económicos del sistema de investigación del AMB y de Catalunya. En la tabla se muestran los fondos competitivos autonómicos, estatales y europeos, y los no competitivos captados por las universidades públicas catalanas en 2012 según la ACUP.

Como se puede ver, el 68% de los fondos competitivos captados por las universidades del AMB son de origen autonómico o estatal y el resto europeos, pero existen grandes diferencias entre las cinco universidades. Para Catalunya estos porcentajes son del 69 y del 31%, respectivamente.

Los fondos no competitivos, básicamente, importes de contratos de investigación y proyectos cooperativos con empresas o instituciones y los ingresos por licencia o venta de patentes y “know how”, representan casi el 34% de los recursos captados, tanto por las universidades del AMB como por las del conjunto de universidades públicas catalanas.

#### Financiación de las universidades catalanas y de los centros de investigación asociados. 2012

Millones de euros	Fondos competitivos auton. y estatales		Fondos competitivos europeos		Total compet.	Fondos no compet.*	Total*
	Importe	%	Importe	%	Importe	Importe	Importe
UB	31,48	81	7,26	19	38,73	21,53	60,26
UPC	18,20	58	13,25	42	31,45	23,81	55,26
UAB	23,55	72	9,00	28	32,55	15,49	48,04
UPF	15,02	55	12,12	45	27,13	5,4	32,53
UOC	0,50	30	1,15	70	1,65	0,69	2,34
<b>Total univ. AMB</b>	<b>88,75</b>	<b>68</b>	<b>42,77</b>	<b>32</b>	<b>131,52</b>	<b>66,92</b>	<b>198,44</b>
UdG	5,27	91	0,52	9	5,79	3,46	9,25
URV	7,55	61	4,79	39	12,34	6,54	18,88
UdL	5,66	97	0,20	3	5,86	2,97	8,83
<b>Total univ. Catalunya</b>	<b>107,23</b>	<b>69</b>	<b>48,28</b>	<b>31</b>	<b>155,51</b>	<b>79,89</b>	<b>235,40</b>

Fuente: Informe ACUP 2014 \*Universidades más institutos de investigación y centros tecnológicos asociados

Hay que señalar que la captación de recursos no competitivos por las universidades y entes relacionados ha disminuido desde el máximo alcanzado en 2009, con 177 millones, a los 80 millones de 2012, un 54%. Esta minoración también se ha producido en el conjunto de las universidades españolas. Es uno de los efectos de la crisis económica que ha reducido de forma significativa los contratos de I+D entre universidades y empresas, la principal modalidad de transferencia de conocimiento de las universidades españolas y la que más ingresos no competitivos aporta (Informe 2014, ACUP).

Respecto al Estado, según el informe de seguimiento del Pacto nacional para investigación e innovación -PNRI- de 2013, la participación catalana en las convocatorias del plan nacional de I+D representa el 20%, aproximadamente. Este porcentaje se mantuvo, sin grandes variaciones, en el periodo 2008-2011 a pesar de la progresiva disminución de los recursos consignados en los presupuestos generales del Estado que, por otra parte, no siempre se ejecutan en su totalidad. Así, en 2008, el sistema catalán de I+D captó 757 millones de euros de los recursos del plan nacional y tres años después, en 2011, fueron 659 millones, casi 100 menos, según los últimos datos disponibles.

A estas cifras globales contribuyen los seis institutos de investigación sanitaria (IIS) del AMB acreditados por el Instituto de Salud Carlos III. Estas entidades son altamente competitivas a la hora de captar recursos de las convocatorias públicas estatales e internacionales. La tabla, muestra los datos recogidos por la Plataforma ITEMAS, surgida en 2010 como estructura de investigación en red que engloba los 14 IIS acreditados en el Estado. Está orientada a potenciar el desarrollo de tecnologías médicas y sanitarias.

**Recursos de los IIS del AMB. Periodo 2010-2013. En millones de euros**

	Investigadores principales	Proyectos nacionales	Proyectos internacionales	Importe proyectos nac.	Importe proyectos intern.
IIS AMB	1.658	337	58	26,96	12,17
IIS del Estado	2.486	589	86	43,37	15,62
IIS AMB/Estado IIS (%)	66,7	57,2	67,4	62,2	78

Fuente: plataforma ITEMAS. IIS AMB: Clinic-IDIBAPS, IDIBELL, IGTP, FPT, Sant Pau i VHIR. IIS del Estado: Anteriores del AMB más Biodonostia, IISGM, La Fe, IRYCIS, IDIVAL and HUVR-FISEVI.

Los datos del periodo 2010-2013 muestran que los seis centros ubicados en el AMB, todos vinculados a hospitales universitarios de alto nivel asistencial, representan el 57% de los proyectos recibidos por doce de los catorce IIS del Estado de los que se dispone de datos y el 62% de los recursos procedentes de fondos estatales. En cuanto a los proyectos internacionales, los porcentajes

correspondientes son del 67 y 78%, respecto al número e importes de los mismos y, de nuevo, en relación a los datos de 12 de los 14 IIS del Estado.

La elevada competitividad del sistema de I+D del AMB y de Catalunya para obtener fondos internacionales se consolida por la evolución del volumen de recursos captados por el sistema de I+D de Catalunya de los programas marco de la UE en el periodo 2007-2013. A partir de 2008 cada año supera el 25% de los recursos obtenidos de esta fuente en el conjunto del Estado, superando el 30% los años 2008 y 2012. En cuanto al porcentaje sobre la UE, desde 2008, año que correspondió plenamente al 7º Programa Marco, se ha mantenido por encima del 2% de los fondos otorgados anualmente en las diferentes convocatorias.

Las oscilaciones en los importes absolutos son consecuencia de que los fondos competitivos que la UE destina a cada una de las convocatorias dependen, en gran medida, del año de ejecución del correspondiente Programa Marco (PM), ya que la distribución anual los recursos no es uniforme. Tradicionalmente, los PM de la UE tenían una duración de un lustro, hasta el 7º que fue de siete años: de 2007 a 2013. En 2014 se puso en marcha un nuevo programa, denominado como Horizonte 2020, que se prolongará hasta el final de la segunda década del siglo XXI.

#### **Recursos del sistema de I+D de Catalunya de los programas marco de la UE\***

<b>Años</b>	<b>Importe fondos captados</b>	<b>Sobre total del Estado</b>	<b>Sobre total de la UE</b>
2007	60,34	24,44%	1,45%
2008	104,32	32,63%	2,02%
2009	96,19	29,88%	2,2%
2010	124,9	29,14%	2,07%
2011	166,41	29,41%	2,42%
2012	193,8	31,41%	2,42%
2013	171,7	28,28%	2,18%

Fuente: UNEIX, Generalitat de Catalunya \* **En millones de euros**

Además de cambiar de nombre, este programa trata de superar las limitaciones de los programas marco ya que, por primera vez, se apuesta por una mayor conexión entre la I+D y la innovación, prestando especial atención a las PYMES innovadoras y al crecimiento de nuevas empresas de base tecnológica surgidas de la investigación, las denominadas spin-off y start-up, independientemente de su origen.

El programa Horizonte 2020 trata de combinar investigación de alto nivel y excelencia científica para dar respuesta a los retos, presentes y futuros, de la so-

ciudad europea impulsando la economía del conocimiento, lo que implica potenciar la capacidad de innovación y competitividad de la industria europea.

Entre las convocatorias europeas de apoyo a la I+D destacan, desde su creación en 2007, las ayudas (Grants) del Consejo Europeo de Investigación (European Research Council, ERC), tanto por el importe unitario de las mismas como por su competitividad y selectividad. Los proyectos aprobados se sitúan en torno al 10% de las solicitudes. En estas convocatorias los investigadores que trabajan en el AMB y, en general, los de Catalunya, han sido altamente competitivos a la hora de obtener fondos.

La tabla recoge las ayudas del ERC conseguidas por los investigadores que trabajan en Catalunya en las cinco modalidades de convocatorias existentes. También indica el período en el que se obtuvieron, ya que el ERC ha creado nuevos tipos de ayudas desde su puesta en marcha.

Destacan las Starting Grants con un importe medio en torno a 1,5 millones de euros y las Advanced Grants con 3 millones. Ambas modalidades son las más numerosas y en las que los investigadores que trabajan en centros de investigación CERCA han conseguido más convocatorias.

#### **Ayudas del European Research Council obtenidas por el sistema de I+D de Catalunya**

Convocatoria	Periodo	Universidades	CERCA	CSIC	Parques CCTT	Grandes infraestructuras	Total
Starting Grants	2007-2013	25	34	4	1		64
Consolidator Grants	2013	2	7	2			11
Advanced Grants	2008-2013	18	24	1		2	45
Proof of Concept Grants	2011-2014	4	10	1		1	16
Synergy Grants	2012-2013		2				2
<b>Total</b>		<b>49</b>	<b>77</b>	<b>8</b>	<b>1</b>	<b>3</b>	<b>138</b>

Fuente: Dirección General de Investigación, Generalitat de Catalunya

Junto a las convocatorias del ERC dirigidas a la investigación básica del más alto nivel en todas las disciplinas, desde 2011 se convocan anualmente las ayudas Prueba de Concepto ("Proof of Concept"), aunque con un importe medio inferior a 0,5 millones de euros. Están destinadas a facilitar que los resultados de la investigación, el nuevo conocimiento generado por otras ayudas, pueda desarrollarse y probarse para facilitar su transferencia al tejido productivo. De esta forma el ERC trata de hacer posible una investigación de excelencia y promover el desarrollo económico y social europeo, objetivo esencial de las estructuras del Espacio Europeo de Investigación (ERA), algo imprescindible para que, como recogía la Declaración de Lisboa 2000, Europa se convierta en la economía del conocimiento más competitiva y dinámica del mundo.

Esta meta, marcada inicialmente para 2010, tuvo dificultades por los distintos grados de compromiso de los países de la UE, en primer lugar y, por otra parte, por el estallido de la crisis económica en 2008. No obstante, sigue siendo uno de los principios inspiradores del ERC y del Programa Horizonte 2020.

Para progresar hacia una Europa cuya economía crezca de forma sostenible, con más y mejor empleo y mayor cohesión social, el Programa Horizonte 2020 incluye programas de apoyo a la I+D y de impulso a la innovación, imprescindibles para acelerar la transformación de la investigación en crecimiento económico y para mejorar la calidad de vida de los ciudadanos.

La tabla recoge las ayudas del ERC obtenidas por universidades, centros de investigación, institutos de investigación de hospitales y otros agentes del sistema de investigación de Catalunya. Entre las universidades destacan la UPF, la UB y la UAB, y entre los centros de investigación el ICFO y el CRG.

La capacidad del sistema de I+D catalán para obtener recursos del ERC es especialmente significativa. Cuando se analizan los datos de forma separada de España, Catalunya se sitúa en la cuarta posición en número de ayudas por millón de habitantes entre los países del Espacio Europeo de Investigación (ERA), detrás de Países Bajos, y de Suiza e Israel que también forman parte de este espacio a pesar de no pertenecer a la UE.

La fortaleza competitiva del sistema de I+D del AMB y de Catalunya, a nivel europeo, también se pone de manifiesto por el hecho de que Catalunya participa en 2 de los 4 KICs ("Knowledge & Innovation Communities") aprobados en el proceso de desarrollo del ERA y que deben constituir el denominado Instituto Europeo de Tecnología e Innovación (European Institut of Innovation & Technology, EIT).

Centros de investigación (IREC) y universidades (UPC y ESADE-URL) del AMB participan en el KIC InnoEnergy, aprobado en 2010. Recientemente otras entidades de Catalunya, en especial el IBEC y la Universidad de Barcelona junto al Hospital Clínico y BioCat, han liderado la candidatura ganadora del KIC InnoLife, pasando a constituir la rama de salud y de calidad de vida del EIT, el EIT Health.

El capítulo 3 de este informe está dedicado a la conexión entre la I+D y la innovación en el AMB y Catalunya. A analizar en qué medida las capacidades del sistema de I+D se trasladan al tejido económico, las vías por las que se realiza y los indicadores disponibles para estimar su impacto en la economía.

EIT Health está constituido por seis nodos principales (Alemania, Benelux, Escandinavia, España, Francia y Reino Unido) y tres asociados (Estonia, Hungría y Polonia). Moviliza unos 2.000 millones de euros de recursos, de los cuales,

aproximadamente, el 25% serán aportados por la UE a través de subprogramas de Horizonte 2020. En el nodo español del EIT Health, con sede principal en Barcelona, participan la UB, IBEC Hospital Clínico, IESE y BioCat, y la Universidad Politécnica de Madrid, CSIC, Instituto de Biomecánica de Valencia, centro tecnológico LEITAT, además de empresas como Telefónica, Atos, Ferrer, Abbott, Gallina Blanca, Obra Social la Caixa, Servicio Madrileño de Salud,... reúne casi una treintena entidades, instituciones y empresas.

La finalidad de los KICs y de los EIT es impulsar la competitividad de la economía europea, facilitando que los resultados de la investigación lleguen al sector productivo para mejorar la calidad de vida de la ciudadanía.

Los nodos de los KIC del EIT incluyen universidades, centros de investigación, centros tecnológicos y empresas para facilitar la interacción directa entre formación superior, investigación y empresa. El objetivo es corregir la débil conexión existente entre la generación de conocimiento en el ámbito público y las empresas que lo puedan incorporar a nuevos o mejorados productos o servicios, factor que ha sido señalado como uno de los responsables de que en Europa la capacidad de transformación de la I+D en innovación y competitividad sea menor que en EEUU.

# **3**

**De la I+D  
a la innovación y  
al desarrollo económico**

La traducción en innovación y desarrollo económico de las capacidades de la I+D de un territorio, país o ciudad, no es ni obvia ni directa. La innovación, por definición, está vinculada al sector privado, ya que implica la adopción de nuevos o mejorados productos o servicios por el mercado y por los consumidores en último término. Por lo tanto, para que haya innovación los nuevos o mejorados productos o servicios generados por las empresas deben ser aceptados por los clientes, sean usuarios finales u otras empresas.

Además, no toda innovación tiene su origen en la I+D. El diseño o las mejoras en las organizaciones también son fuente de innovación, mientras la I+D tiene un rol fundamental en la innovación de base tecnológica que es la que, potencialmente y a priori, aporta mayores ventajas competitivas a las empresas innovadoras, que son el motor de la innovación.

La innovación, especialmente, la de base tecnológica, está condicionada por factores internos de las empresas, y por factores externos: las condiciones de entorno. Por este motivo, se ha extendido la utilización del concepto Ecosistema de Innovación (Documentos CyD 17, 2012), con ello se desea indicar el papel fundamental que desempeñan las condiciones del entorno para que florezca y fluya la innovación en un territorio determinado. El grado de madurez y de articulación del Ecosistema de Innovación es especialmente importante para la innovación basada en nuevos conocimientos, es decir, por los resultados de la investigación generados mediante la I+D.

En los procesos de traslación o de transferencia de las capacidades de la I+D al tejido productivo mediante la innovación, existen elementos que permiten estimar su intensidad y eficiencia como el número de patentes, empresas spin-off surgidas de las universidades o volumen de contratos de investigación universidad-empresa.

La creación de empresas de base tecnológica a partir de los resultados de la investigación, está condicionada por la cantidad de personas dispuestas a emprender (tasa de emprendeduría) y la disponibilidad de capital semilla/riesgo. Ambos factores condicionan la madurez del ecosistema innovador de un territorio.

Para valorar la capacidad de innovación de ciudades y países en sentido amplio, no sólo la originada por la I+D, existen otros factores a tener en cuenta como el porcentaje de personas trabajadoras con estudios superiores o las ocupadas en sectores manufactureros y en servicios intensivos en conocimiento y alta tecnología.



### Protección y transferencia de los resultados de la investigación. De las patentes a la creación de spin-off

Un factor fundamental en el proceso de conversión de la I+D en desarrollo económico es la protección de la propiedad industrial (PI), de los resultados de la investigación generada en las entidades públicas. Es un requisito imprescindible en numerosos sectores para que las empresas tengan interés en invertir en su desarrollo y para que el nuevo conocimiento llegue al mercado.

La protección de la propiedad individual vía patentes u otras, permite asegurar el retorno económico de la inversión realizada, ya que da la posibilidad de defender la explotación de los nuevos o mejorados productos o servicios durante veinte años, frente a posibles competidores.

Las solicitudes de patentes presentadas por las universidades, sea vía nacional o vía PCT (Patent Cooperation Treaty) es un indicador de la actividad de protección de la propiedad industrial de los resultados de la investigación y de las actividades de transferencia de tecnología y conocimiento.

La tabla muestra la evolución de las solicitudes de patentes realizadas por las universidades del AMB y de Catalunya, y su peso relativo respecto a las presentadas por las españolas.

#### Solicitudes de patentes nacionales presentadas por las universidades

Titular	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
UPC	25	36	35	37	32	43	32	35	49	28
UB	8	10	11	12	19	23	25	8	11	7
UAB	6	10	14	7	16	11	9	15	7	19
UPF	1	-	1	2	1	2	2	1	1	-
<b>Total AMB</b>	<b>40</b>	<b>56</b>	<b>61</b>	<b>58</b>	<b>68</b>	<b>79</b>	<b>68</b>	<b>59</b>	<b>68</b>	<b>54</b>
UdG	1	1	1	-	3	3	1	4	2	3
UdL	-	-	1	1	4	2	2	1	4	-
URV	3	-	2	1	8	1	3	2	9	10
Total Catalunya	44	57	65	60	83	85	74	66	83	67
Total Estado	316	353	359	427	492	561	584	595	617	594
% AMB/Catalunya	90,91	98,25	93,85	96,67	81,93	92,94	91,89	89,39	81,93	80,60
% AMB/Estado	12,66	15,86	16,99	13,58	13,82	14,08	11,64	9,92	11,02	9,09

Fuente: OEPM.

Con algunas oscilaciones se aprecia una tendencia creciente de las solicitudes de patentes vía nacional que no se ha visto interrumpida por la crisis económica, ya que el valor máximo del periodo 2004 a 2013 se produjo el año 2012.

En el período mencionado, hasta 2009, el porcentaje de contribución de las universidades del AMB al total de solicitudes de patentes de las universidades

españolas es superior al 12/14%. A partir de este ejercicio se observa una ligera disminución hasta llegar, con algunas oscilaciones, al 9,1% en 2013.

En cambio, el peso de las universidades del AMB y de Catalunya sobre el total de solicitudes de patentes vía PCT tiende a aumentar en el periodo 2004-2013, especialmente desde 2009, alcanzando el máximo en 2013 con un 6%.

#### **Solicitudes de patentes PCT presentadas por las universidades**

Titular	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
UPC	2	3	2	6	9	11	19	16	25	32
UB	3	6	3	8	9	11	11	13	5	1
UAB	4	5	5	7	3	6	2	6	4	2
UPF	-	1	-	-	-	1	-	-	-	1
<b>Total AMB</b>	<b>9</b>	<b>15</b>	<b>10</b>	<b>21</b>	<b>21</b>	<b>29</b>	<b>32</b>	<b>35</b>	<b>34</b>	<b>36</b>
URV	1	-	-	1	1	3	-	2	2	7
UdG	-	-	1	1	-	-	-	1	2	2
UdL	-	-	-	-	-	1	1	1	-	2
Total Catalunya	10	15	11	23	22	33	33	39	38	47
Total Estado	316	353	359	427	492	561	584	595	617	594
% AMB/Catalunya	90	100	90,91	91,3	95,45	87,88	96,97	89,74	89,47	76,60
% AMB/Estado	2,85	4,25	2,79	4,92	4,27	5,17	5,48	5,88	5,51	6,06

Fuente: OEPM.

La vía PCT tiene un interés especial para las universidades para proteger los resultados de la investigación de sus profesores e investigadores, dado que con un coste moderado, pueden extender hasta 18 meses el derecho de prioridad que la solicitud de patente nacional otorga durante los 12 primeros.

De esta forma, las universidades pueden ampliar hasta 30 meses la protección de los resultados de las investigaciones que consideren con más posibilidades de ser transferidos. Disponen de más tiempo para identificar empresas interesadas, negociar las condiciones y formalizar la transferencia, licencia o venta de la patente.

Además, existen más de 140 estados adheridos al tratado internacional que dio origen a las solicitudes de patente vía PCT, lo que refuerza su utilidad e importancia como instrumento de protección de la propiedad industrial (PI) de los resultados de la investigación pública con potencial comercializable.

Pese al número de patentes solicitadas por las universidades catalanas, la contribución de su comercialización, por venta o licencia, a los ingresos por transferencia de tecnología y conocimientos sólo representaron el 0,7% en 2011 y el 1% en 2012, según los datos recogidos por la ACUP.

#### **Ingresos de las universidades públicas catalanas. Transferencia de tecnología**

<b>En millones de euros</b>	<b>2011</b>	<b>2012</b>
Contratos de I+D y consultoría	55,33	49,3
Prestación de servicios	15,71	14,81
Licencias de patentes	0,51	0,66
<b>Total</b>	<b>71,55</b>	<b>64,79</b>

Fuente: Indicadores de investigación e innovación ACUP, Informes años 2013 y 2014

El 75% de los ingresos por transferencia de conocimiento proceden de contratos de I+D y de consultoría con empresas o entidades. El importe, hasta 2012, último ejercicio del que la ACUP ha publicado los datos agregados de las universidades públicas catalanas, mantiene el descenso iniciado en 2009 de la colaboración universidad-empresa en la modalidad de investigación por contrato y en la de prestación de servicios científicos y tecnológicos.

Hay que señalar que este dato en Catalunya y en el Estado puede ser un reflejo de la caída que ha experimentado el número de empresas que, de acuerdo con los datos facilitados por el INE, declaran innovar y que, desde 2008, ha disminuido más del 30% como consecuencia de la crisis.

Si consideramos que las empresas más motivadas para colaborar con las universidades en el ámbito de la I+D son las empresas innovadoras, es decir, las interesadas en incorporar nuevos conocimientos para desarrollar nuevos o mejorados productos, no debe extrañar la disminución del volumen de contratación de las oficinas de transferencia de las universidades catalanas, igual que ha sucedido en España tras el importante y sostenido incremento que se produjo entre 2000 y 2008 (Encuesta de investigación y transferencia de conocimiento, 2011, CRUE).

Catalunya, con un 22% en 2013, continúa siendo la CCAA con el mayor porcentaje de empresas innovadoras respecto al Estado. Sin embargo, desde el inicio de la crisis han pasado de casi 11.000 en el trienio 2004-2006 a menos de 8.400 en el periodo 2011-2013 (INE). Según los datos del INE y de IDESCAT, recogidos en el informe de seguimiento del PNRI de 2013, el gasto empresarial en innovación pasó del 2,05% del PIB de Catalunya en 2005 al 1,71% en 2011.

En relación al volumen de transferencia de tecnología, los seis institutos de investigación sanitaria (IIS) del AMB, en el periodo 2010-2013, obtuvieron más del 70% de los contratos de transferencia y del importe de los mismos de los doce IIS del Estado de los que se dispone de datos (Plataforma ITEMAS).

En cuanto a las patentes, para el mismo periodo, las solicitudes de los IIS del AMB representaban el 55% de las realizadas por los del Estado, el porcentaje aumenta a casi el 81% cuando se analizan las patentes en explotación.

### Transferencia de tecnología de los institutos de investigación de los hospitales catalanes

2010-2013	Investigadores principales	Contratos de transferencia de tecnología	Ingresos por transferencia de tecnología*	Patentes solicitadas	Patentes en explotación
IIS AMB	1.658	163	901	212	84
IIS del Estado	2.486	205	1.257	382	104
IIS AMB/IIS del Estado (%)	66,7	79,5	71,6	55,5	80,8

Fuente: Plataforma ITEMAS. IIS AMB: Clinic-IDIBAPS, IDIBELL, IGTP, FPT, Sant Pau y VHIR. Total IIS: anteriores del AMB más Biodonostia, IISGM, La Fe, IRYCIS, IDIVAL and HUVR-FISEVI. \* Miles de euros

Más allá de las patentes surgidas en las universidades y principales institutos de investigación vinculados a los hospitales, la provincia de Barcelona representa el 14% de las solicitudes de las patentes nacionales, el 18% de los modelos de utilidad y el 14% de los diseños industriales presentados en el Estado (OEPM). Hay que advertir que, en numerosos sectores, la protección de la propiedad industrial está más vinculada a los modelos de utilidad y a los diseños industriales como modo de protección del *know how* de las empresas que a las patentes.

### Protección de la propiedad industrial

	Solicitudes de patentes nacionales		Solicitudes de modelos de utilidad		Solicitudes de diseños industriales	
	2013	2014	2013	2014	2013	2014
Estado	3.133	3.031	2.633	2.689	1.826	1.773
<b>Barcelona</b>	<b>449</b>	<b>400</b>	<b>474</b>	<b>498</b>	<b>247</b>	<b>251</b>
Catalunya	556	516	587	633	304	309
Barcelona/Cat	80,8%	77,5%	80,7%	78,7%	81,3%	81,2%
Barcelona/Estado	14,3%	13,2%	18,0%	18,5%	13,5%	14,2%
Cat/Estado	17,7%	17,0%	22,3%	23,5%	16,6%	17,4%

Fuente: OEPM.

La importancia de las patentes es máxima en actividades farmacéuticas, biotecnológicas y químicas, también en electrónica y en tecnologías de la información y de la comunicación, sobre todo en la parte del hardware. Tienen menos importancia en las de software, ya que en general son protegibles vía derechos de autor, es decir, como propiedad intelectual, aunque lo pueden ser las invenciones asociadas a los programas informáticos que las hacen posibles.

En el ámbito de las patentes es más relevante analizar la posición de Barcelona en el contexto europeo y mundial. Las 432 PCTs presentadas en 2011 sitúan a Barcelona por encima de Madrid, Milán, Amsterdam, Copenhague, Manchester, Montreal o Toronto (Observatorio Barcelona 2015). Sin embargo,

cuando se expresa por millón de habitantes Barcelona, con 80,4/millón de habitantes, sólo permanece por delante de Madrid y Manchester.

En valores absolutos y relativos, Barcelona queda por debajo de ciudades como Munich, Londres, Estocolmo o Berlín. El ranking mundial del número de PCTs lo encabezan Tokio, San José (Silicon Valley), Seúl, Nueva York y Boston (Informe "Observatorio Barcelona 2015"). No obstante, hay que tener presente que en 2001 las PCTs presentadas por Barcelona fueron 212, es decir, en una década son más del doble.

Respecto a las PCTs tecnológicas, Barcelona, el año 2011 alcanzó el máximo de solicitudes con 111, 29 más que en 2010, lo que representa 20,7 por millón de habitantes del área de Barcelona ( informe "Observatorio Barcelona 2015"). La posición de Barcelona en el ranking internacional es similar, aunque en las PCTs tecnológicas, Madrid, con un total de 161 y 25,3 por millón de habitantes, si sitúa por delante.

En este sentido, hay que señalar que un estudio que analiza la tecnología y la localización de las patentes europeas de la provincia de Barcelona a partir de los datos de la Oficina Europea de Patentes (EPO), de 2.820 patentes europeas solicitadas entre 2005 y 2012, el 40% corresponden al sector de la química, especialmente productos farmacéuticos (16%) y al de productos orgánicos elaborados (10%). Además, estos dos sectores representan más del 50% de las patentes presentadas por inventores con nacionalidad española en el conjunto del Estado.

En el sector de la química destacan 92 patentes en el ámbito de la biotecnología y 78 en el de química de materiales, representan el 3,3 y el 2,8% del total de patentes europeas de la provincia, respectivamente.

Por orden de importancia, les siguen las patentes de ingeniería mecánica con el 26,5% de las de la provincia. Pesos similares de los sectores mencionados se obtienen del análisis que el estudio realiza de las patentes presentadas por inventores residentes en la región metropolitana de Barcelona (Cuaderno 12 del Pacto Industrial, 2015).

En cambio, en el Estado, excluyendo la provincia de Barcelona, el sector con más patentes es el de ingeniería civil con el 7,5%, seguido por el sector del transporte y el de química, ambos con aproximadamente un 6,8% de las 5.844 patentes presentadas.

A nivel mundial, el sector más importante es el de electricidad y electrónica con un 34% del total de patentes en el período 2006-2009, seguido por el de química con un 22%, de las que el 4,2% corresponden a productos farmacéuticos, el 3% a productos orgánicos elaborados y el 2% a biotecnología, mientras

que el de ingeniería mecánica representa el 20,6% (Cuaderno 12 del Pacto Industrial, 2015).

Barcelona y su región metropolitana presentan un patrón de patentes por sectores tecnológicos diferente al del resto del Estado y a nivel mundial, con un importante peso relativo del sector químico, especialmente productos farmacéuticos y productos orgánicos elaborados, y en el de biotecnología, restando la comentada importancia de las patentes en estos ámbitos.

Los datos muestran una especialización relativa del tejido industrial de Barcelona y de su área metropolitana en diferentes subsectores del campo de la química que está en concordancia con los datos de exportación de las industrias químicas que, con más de 5.000 millones de euros en 2011, fue el segundo sector exportador, detrás del de fabricación de vehículos a motor, con unos 8.500 millones (Cuaderno 12 del Pacto Industrial, 2015).

Otra forma de transferencia, a menudo vinculada a la explotación de patentes de base tecnológica, es la creación de empresas spin-off, es decir, empresas creadas a partir de los resultados de la investigación y el conocimiento generado por profesores e investigadores de las universidades y de centros de investigación públicos.

La tabla recoge la evolución de las spin-off surgidas de las universidades durante los últimos años. Este proceso iniciado a finales del siglo XXI en Catalunya, ha progresado durante los años de la crisis económica con algunas oscilaciones. En el periodo 2009-2013 las universidades del AMB crearon 51 spin-off, de las 65 surgidas en las universidades catalanas (Uneix, Generalitat de Catalunya).

La condición para que una empresa creada a partir de los resultados de una investigación sea considerada una spin-off es que la nueva empresa formalice una cesión o contrato de licencia de tecnología (patente o know how) con la universidad, ya que la propiedad de los resultados de la investigación generada por profesores e investigadores es propiedad de la institución pública en la que trabajan.

Los centros CERCA, desde 2001, han generado 32 spin-off, distribuidas, aproximadamente, al 50% en los ámbitos de las ciencias de la vida y salud y en los de ingenierías, en sentido amplio.

No obstante, salvo en pocos casos, como Oryzon, surgida de la UB o Scytel, de la UAB, el crecimiento de estas empresas nacidas en el mundo de la universidad y la investigación ha sido modesto, al menos hasta la actualidad.

### Spin-off vigentes creadas por las universidades catalanas. 2009-2013

	2009	2010	2011	2012	2013	Total
Universidad Politécnica de Catalunya	6	6	3	5	6	26
Universidad Autónoma de Barcelona	1	2	2	3	1	9
Universidad de Barcelona	1	1	3	3	4	12
Universidad Pompeu Fabra	1		1		1	3
Universidad Oberta de Catalunya					1	1
Universidad de Girona	2		1	1		4
Universidad de Lleida					1	1
Universidad Rovira i Virgili	2	2	2		3	9
<b>Total universidades</b>	<b>13</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>12</b>	<b>17</b>	<b>65</b>

Fuente: UNEIX, Secretaria Universidades e Investigación, Generalitat de Catalunya

La creación de spin-off es un factor de dinamización del mercado profesional en ámbitos como el Bio y las TIC. Crean oportunidades laborales para personas con titulaciones superiores, ya que la mayoría de las que trabajan en estas empresas son licenciadas, ingenieras o doctoras. Las spin-off representan un núcleo de empresas que, junto a las incertidumbres propias en cuanto a su desarrollo, ofrecen empleos de calidad en los territorios en los que se crean.

De un estudio reciente en el que se analiza la evolución de 21 empresas spin-off de la Universidad de Barcelona entre 1999 y 2013 en el campo "bio" que, en sentido amplio, incluye biomedicina, biotecnología, tecnologías médicas, nanobiotecnologías y otros ámbitos relacionados, basado en una muestra pequeña, ya que sólo 13 empresas respondieron a la encuesta, se desprende que en el período 2013-2014 la media de personas empleadas era de siete, el 89% tenían titulación superior y prácticamente el 50% eran doctoras (Francisco Guerrero, Trabajo Final de Grado de Biotecnología, UB, 2014).

Respecto a su financiación, desde su creación habían realizado dos ampliaciones de capital como promedio, aunque los valores oscilaban entre cero (2 de las 12 empresas) y cinco (también 2 de las 12). El valor medio de capitalización de las nueve empresas que comunicaron este dato era de 6,6 millones de euros. Si tenemos en cuenta que la mayoría tenían entre cinco y diez años de vida, podemos considerar que la capitalización ha sido baja, especialmente por tratarse del ámbito bio, aunque una superaba los 35 millones y dos, el año 2013, estaban en torno a 10 millones de euros (Francisco Guerrero, Trabajo final de grado de biotecnología, UB, 2014).

Estos datos, a pesar de tratarse de un sector específico, caracterizado por una necesidad importante de capital y mucho tiempo para desarrollar productos que, en el caso de nuevos fármacos, puede llegar a diez/doce años, coinciden

con los de la Encuesta de investigación y transferencia de conocimiento 2011, (CRUE) cuando analiza las spin-off creadas en las universidades españolas en períodos de cinco años. Entre 2007 y 2011, por ejemplo, más del 90% seguían existiendo y sólo el 6% habían ampliado capital.

Estos porcentajes, alta tasa de supervivencia y un bajo volumen de capitalización, ponen de manifiesto que las spin-off se crean en el marco de un ecosistema de innovación insuficientemente maduro, ya que además de la posible existencia de otros condicionantes indican escasa capacidad para acceder a capital, a veces por factores internos de la nueva empresa y en otras ocasiones por carencia de un volumen adecuado de capital semilla y/o riesgo.

La incertidumbre inherente a los procesos de transformación del nuevo conocimiento en productos innovadores, a veces totalmente nuevos y/o rompedores, respecto a los existentes, requiere vías de financiación específicas. El capital riesgo, en sus diferentes modalidades, sea para las etapas iniciales (semilla o arranque) o para impulsar el crecimiento posterior, es un factor fundamental para hacer posible la creación de empresas de base tecnológica.

El año 2013, según datos de la ASCRI recopilados por la FCRI, en Catalunya se realizaron 123 operaciones en el campo tecnológico por un importe de 59,2 millones de euros, lo que representa un importe medio inferior a 0,5 millones por operación. Este volumen representa el 35% del capital riesgo vinculado a la tecnología en el conjunto del Estado.

En relación al PIB de Catalunya el capital riesgo, considerando el de arranque (seed o early stage) y el de consolidación (later stage) representa el 0,029%, porcentaje superior al 0,01% del PIB que representa el capital riesgo en el Estado, pero alejado del 0,05% de Suecia y de Corea del Sur, o del 0,17% del PIB de EEUU (FCRI, NESTA).

La debilidad del capital riesgo es extensiva al conjunto de Europa, siendo una de las causas del desequilibrio existente entre EEUU y Europa en cuanto a financiación de las etapas iniciales y, aún más, de las de crecimiento de las spin-off y start-ups tecnológicas en general (OCDE), ya que EEUU multiplica por un factor entre 2 y 4 el volumen total que los países de la UE destinan a capital riesgo. Este capital ha pasado de, aproximadamente, 10.000 millones de dólares en 2005 y 2006, a menos de 5.000 millones en 2010.

Hay que tener presente que el acceso a capital semilla/riesgo está condicionado, generalmente, por dos aspectos: la distancia a la que una nueva tecnología o un nuevo futuro producto se encuentra del mercado, es decir, de la generación de ingresos, y el volumen de capital necesario.



Así, las empresas del sector de la biotecnología, intensivo en necesidades de capital, con productos que requieren mucho tiempo de desarrollo y con un riesgo elevado, son más susceptibles de verse comprometidas por las limitaciones de acceso a capital riesgo que las empresas del sector de internet o de software que, en las etapas iniciales requieren menos capital y, en cambio, pueden poner productos en el mercado en un período corto de tiempo. En cambio, en la etapa de expansión, con productos comercializables, sus necesidades de capital también pueden ser muy elevadas.

Otro factor a tener presente cuando se habla de creación de empresas es el espíritu emprendedor, es decir, la disponibilidad y/o capacidad de las personas de un territorio para impulsar una actividad empresarial por cuenta propia, individualmente o en equipo.

En Barcelona, según *Global Entrepreneurship Monitor* (GEM), la tasa de actividad emprendedora (TAE) de la población adulta oscila entre el 7,5% de 2008 y el 6,7% de 2013, pasando por un mínimo del 5,5% en 2010, en plena crisis económica. Para su cálculo se tienen en cuenta las personas de 18 a 64 años involucradas en empresas surgidas los últimos tres meses, así como las que participan en empresas nuevas, considerando como tales las que llevan 42 meses de actividad, como máximo.

**Tasa de actividad emprendedora indicada en % de población adulta**

	Barcelona	Catalunya	España	UE
2008	7,50	7,30	7,00	6,00
2009	6,70	6,40	5,10	5,80
2010	5,52	5,04	4,31	5,40
2011	6,96	6,82	5,81	7,60
2012	6,51	7,88	5,70	7,60
2013	6,74	6,60	5,20	8,00

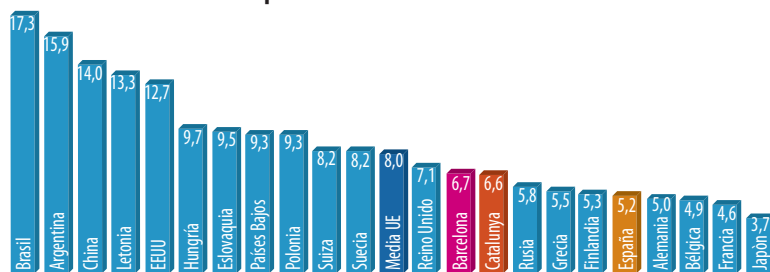
Fuente: Global Entrepreneurship Monitor, 2014.

Oscilaciones similares de la TAE se observan en Catalunya, España y la UE, siempre con el mínimo en 2010. Las tasas de emprendeduría de Catalunya y de Barcelona son superiores a la media española de manera sostenida.

En el Estado, en 2013, Barcelona (6,74%) ocupaba la segunda posición con una tasa del 6,74%, por detrás de la Rioja (7,4%), y Catalunya estaba en tercer lugar (6,61%), con apenas una décima menos que las Islas Baleares (6,71%). Cerraba la lista el País Vasco (2,96%) precedido por Ceuta (3,53%), la tasa de Madrid era del 4,77% y el valor medio de España el 5,21%.

No es fácil establecer una relación directa entre el nivel de desarrollo económico de un territorio y la tasa de emprendeduría. Esta relación, en caso de existir, está condicionada por factores personales del perfil del emprendedor, y por el entorno.

#### TAE indicada como % sobre población de 18 a 64 años. 2012



Fuente: Global Entrepreneurship Monitor, 2013

Algo similar se observa en los valores de la TAE del año 2012 en diferentes países europeos y del resto del mundo, ya que muestra una clasificación encabezada por Brasil, Argentina y China; Letonia es el primer país europeo con una tasa superior al 13%, próxima a la de EEUU. La media de la UE era del 8% y con tasas superiores encontramos países tan diferentes como Hungría, Eslovaquia, Polonia, Suecia, Países Bajos y Suiza; por debajo estaba Reino Unido, con valores próximos a los de Barcelona y Catalunya. En la banda baja, por debajo del 5,2% de España, se situaban Alemania, Bélgica, Francia, y Japón, con un escaso 3,7% (GEM Catalunya, 2013).

En los países de la UE y del mundo se observa que una tasa emprendedora más elevada no se puede asociar a una economía especialmente avanzada, ni lo contrario. Así pues, podemos inferir que existen otros factores que condicionan la actitud emprendedora de los países y de los territorios.

En cuanto al perfil de las empresas creadas en Barcelona, más de la mitad pertenecen a actividades de gran potencial de valor añadido como las de servicios a las empresas (33,9%) y el sector transformador como, por ejemplo, el de metal-mecánica de gran tradición en Catalunya (16,2%). Los datos del informe *La actividad emprendedora en Barcelona y Catalunya 2014* indican que la emprendeduría catalana ha incrementado su dimensión innovadora, dado que el porcentaje de empresas con menos de tres años y medio que ofrecen servicios o productos innovadores ha pasado del 8% en 2010 al 20% en 2013.

Además, el peso de emprendedores que utilizan tecnologías “jóvenes”, generadas en el último lustro, ha evolucionado del 11% en 2009 al 32% en 2013.

La emprendeduría de base tecnológica, surgida de las universidades y de centros de investigación que, en el caso de las spin-off deriva del nuevo conocimiento generado, representaría las iniciativas emprendedoras más innovadoras y de mayor valor añadido potencial.

En cualquier caso, en el ámbito de la promoción de la emprendeduría y en el del desarrollo de programas de acompañamiento a emprendedores relacionados con la I+D queda mucho camino por recorrer si se desea incrementar la capacidad de transformación de las importantes fortalezas del AMB y de Catalunya en producción científica y generación de nuevos conocimientos.

Aunque no únicamente, esta mejora pasa por la progresiva consolidación del ecosistema innovador de Barcelona y del AMB. Hay que destacar que, a pesar de la crisis económica, se ha mantenido la evolución positiva de la cantidad de solicitudes de patentes y de PCT de las universidades, y la creación de empresas spin-off, lo que indica que la capacidad de transformar la I+D en innovación está incrementándose.

La capacidad de impulso de la innovación varía según el sector. En Barcelona y en su área metropolitana la innovación en el sector de las TICs ha experimentado un importante avance, con el afloramiento de numerosas iniciativas de impulso y acompañamiento de la emprendeduría y de los emprendedores. Esta labor se realiza mediante cursos, mayor disponibilidad de incubadoras y de espacios de cotrabajo, redes de inversores privados (business angels) y la creación de fondos de capital riesgo especializados en este ámbito.

Gran parte de estas iniciativas están relacionadas, directa o indirectamente, con las actividades derivadas de la capitalidad mundial del móvil, *Barcelona Mobile World Capital* y de la fundación que la impulsa, contribuyendo, de esta manera, a la maduración del ecosistema innovador y emprendedor de las tecnologías de la información y comunicación, TIC.

El vínculo entre creatividad y tecnología es una de las claves de la capacidad de innovación, del empleo de calidad y del desarrollo económico de los territorios.

#### **Impacto de la I+D y la innovación en el empleo**

Si complejo es el análisis de la transformación de la I+D en innovación y de su impacto en el desarrollo económico, aún lo es más analizar el impacto directo en la ocupación y en la calidad de ésta. A partir de los cálculos de 250 regiones

europas, Rafael Boix pone de manifiesto que la correlación entre el porcentaje de trabajadores en industrias y servicios creativos y el PIB per cápita (con un valor de correlación de 0,46) es más alta que la existente entre PIB por cápita e inversión en I+D per cápita o la del número de patentes presentadas en la EPO (European Patent Office) por millón de habitantes, (R. Boix, 2013).

El estudio muestra que la combinación de las tres variables, inversión en I+D per cápita, patentes EPO por millón de habitantes y porcentaje de *trabajadores creativos* en el territorio, puede explicar, hasta un 65%, las diferencias de renta entre las regiones europeas analizadas.

La contribución de la presencia de *una clase creativa*, en palabras de Richard Florida, asociada al conocimiento simbólico que se hace tangible, en forma de innovación, mediante la creatividad, aporta más a la riqueza del territorio que el denominado *conocimiento analítico*, asociado al gasto en I+D, en ciencia y tecnología en general y que el *conocimiento sintético*, vinculado al *saber hacer* (know how), las patentes o los modelos de utilidad (R. Boix, 2013).

Los datos indican que es difícil establecer una traslación, directamente proporcional, entre capacidad de la I+D y generación de conocimiento con capacidad de innovación y desarrollo económico, especialmente si las condiciones del entorno no son las adecuadas.

#### Afiliación al régimen general de la SS según intensidad de conocimiento

IV trim 2014	Barcelona	(%) s/total	Bcn/Cat	Var. interanual
Act. industriales. Nivel tecnológico alto	8.239	1,00	31,05%	1,30%
Act. industriales. Nivel tecnológico medio-alto	29.297	3,50	26,53%	0,60%
Servicios intensivos en conocimiento	419.243	49,60	46,63%	3,00%
<b>Total afiliación conocimiento alto</b>	<b>456.779</b>	<b>54,10</b>	<b>44,09%</b>	<b>2,80%</b>
Afiliación conocimiento bajo y no clasificada	387.946	45,90	30,34%	1,60%
<b>Total asalariados ciudad</b>	<b>844.725</b>	<b>100,00</b>	<b>36,49%</b>	<b>2,30%</b>

Fuente: Departamento de estudios del Área de Economía, Empresa y Ocupación del Ayuntamiento de Barcelona.

Hay que tener presente que los países y las regiones con un índice de innovación (*Innovation Union Scoreboard 2014*, Comisión Europea) más elevado presentan mejores patrones de situación económica, menores tasas de desempleo y salarios medios más elevados (Guillermo Dorronsoro, EuskadiTM, 2014).

Por lo tanto, al analizar las capacidades de un territorio para ser un actor relevante en la economía del conocimiento hay que tener presentes los datos relativos a las personas dedicadas específicamente a actividades de I+D, los de las empleadas en sectores manufactureros o en servicios intensivos en tecno-

logía y conocimiento, y el porcentaje de trabajadores con estudios superiores. Todos ellos son factores que determinan el potencial de innovación.

Hay que señalar que de las más de 840 mil personas afiliadas al régimen general de la SS el 4º trimestre de 2014 en Barcelona el 54% trabajaban en sectores de conocimiento alto. Destacando, con casi el 50 %, los servicios intensivos en conocimiento. En la tabla también puede observarse que Barcelona, según los datos de 31 de diciembre de 2014, representa el 36,5% de la afiliación al régimen general de la SS de Catalunya y el 46% de la agrupada en servicios intensivos en conocimiento, es decir, 10 puntos más. En cambio, la ciudad sólo representa el 31% de la afiliación en sectores industriales (entre ellos los manufactureros) de nivel tecnológico alto y el 26,5% de los de nivel medio-alto.

Según Eurostat, en 2013, Catalunya ocupaba el noveno lugar entre las regiones europeas con mayor número de personas ocupadas en sectores manufactureros de intensidad tecnológica alta y media-alta, con 175.000 trabajadores. Se situaba por delante de regiones de gran tradición industrial como Darmstadt (Alemania) y Emilia-Romanya (Italia). El ranking de regiones industriales, según número de personas trabajadoras en actividades de manufacturas de intensidad tecnológica alta y media-alta, lo encabeza Stuttgart, Lombardía y Alta Baviera (Informe "Observatorio Barcelona 2015"). Catalunya, con un 6,2% de empleo en este tipo de actividades, se sitúa en la franja media-alta entre las 285 regiones europeas (Informe Observatorio Barcelona 2015).

A pesar de que durante los últimos años la contribución de la industria al PIB de Catalunya ha disminuido, pasando a representar el 18,6% en 2014 frente al 27% de 2001, los datos ponen de manifiesto una buena posición relativa de Catalunya respecto a la importancia de los sectores de manufacturas de intensidad tecnológica alta y media-alta.

La apuesta para incrementar, nuevamente, el peso de la industria en el PIB catalán pasa por incorporar un número creciente de empresas y de sectores, entre ellos los considerados tradicionales, a actividades de valor añadido alto mediante la innovación. Para conseguirlo, son relevantes las iniciativas orientadas a facilitar la modernización de los entornos en los que se ubica gran parte de la industria del AMB y de Catalunya, particularmente en los polígonos industriales.

Las mejoras en servicios logísticos y tecnológicos como, por ejemplo, implantar la banda ancha, lo que se denomina anilla industrial en comparación con la anilla científica disponible desde hace años para los agentes públicos de I+D, son cruciales para hacerlo posible.

En Catalunya, los servicios intensivos en conocimiento y de alta tecnología emplean 76.000 trabajadores, lo que representa el 2,7% del total de población ocupada. Este porcentaje la sitúa en el decimoquinto lugar entre las regiones europeas con mayor ocupación en actividades intensivas en conocimiento y de alta tecnología. Supera a regiones como Dublín, Copenhague, Amsterdam o Stuttgart en una clasificación liderada por Isla de Francia, Madrid y Lombardía (Informe *Observatorio Barcelona 2015*).

Es necesario señalar que según los datos de 2014, en Barcelona, las personas asalariadas en actividades de servicios intensivos en conocimiento y de alta tecnología suponen el 5,6% de la ocupación, tras haber experimentado un crecimiento del 9,8% respecto a 2013 (Informe *Observatorio Barcelona 2015*).

Según Eurostat, en 2013 Catalunya tenía 630.000 personas ocupadas con estudios superiores en ámbitos relacionados con la ciencia y la tecnología en sentido amplio, lo que representa el 11,9% de la población total de 15 a 74 años. Este porcentaje, en 2001, era el 9,5% y que, con algunas oscilaciones, desde 2004 se ha mantenido alrededor del 11% a pesar de la crisis, hace que Catalunya sea la novena región europea con más población ocupada en ciencia y tecnología, detrás de regiones como París, Londres, Lyon y Milán, y por delante de Berlín, Stuttgart o Amsterdam (Informe *Observatorio Barcelona 2015*).

Hay que destacar que en Catalunya, en 2013, el 41,8% de las personas ocupadas habían cursado estudios universitarios. Se sitúa por encima de la media de la UE que tiene un 33,5%, pero permanece alejada de las regiones que superan el 50% como País Vasco y Madrid en España, o las de Londres, Bruselas, Helsinki o Escocia (Informe "Observatorio Barcelona 2015").

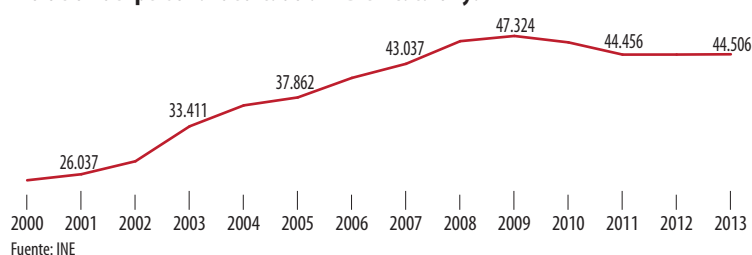
Según el INE, el empleo directamente vinculado a la I+D es bastante menor. En 2013 estaba en torno a 44.500 personas en Catalunya, aunque se ha de tener presente que en 1996 eran algo más de 18.000 y 26.000 en 2001. El máximo se alcanzó en 2009, con 47.300 personas.

No obstante, es importante señalar que el número de personas ocupadas en I+D en Catalunya se ha mantenido durante la crisis económica. Entre 2009 y 2013, último dato disponible, sólo disminuyó el 6%. De hecho, tras el descenso que se produjo en los años 2010 y 2011, se puede decir que su número se mantiene estable.

En cualquier caso, hay que tener en cuenta que entre los años 1999 y 2013, en Catalunya, el personal dedicado a I+D, sea en el campo público o en el privado, es más del doble. Este incremento pone de relieve la importancia de este ámbito respecto a la ocupación directa y, en paralelo, el aumento de

las capacidades y de la producción científica analizada en el capítulo 2 de este informe.

#### Evolución del personal dedicado a I+D en Catalunya



Aunque es difícil establecer una relación directa entre la capacidad de la I+D de Barcelona y de su área metropolitana y su impacto en el desarrollo económico, el importante peso del empleo en ámbitos creativos, incluida la investigación, indica un elevado potencial de Barcelona para convertirse en un importante actor en la economía del conocimiento.

El importante peso relativo de las actividades de alta y media-alta tecnología, herencia y, al mismo tiempo, fermento de la tradición industrial de Catalunya, y de los sectores en los que, genéricamente, el conocimiento derivado de la ciencia y la tecnología juega un papel importante prefigura una notable capacidad de adaptación, de Barcelona y de su área metropolitana, a una economía en la que los intangibles, pero también el saber ponerlos en valor mediante la innovación, se están convirtiendo en uno de sus activos más importantes.

La apuesta para impulsar la dimensión de *smart city* de la ciudad de Barcelona y de su área metropolitana y las iniciativas relacionadas con lo que se denomina “big data”, va en la dirección de potenciar una economía basada en el conocimiento.

Con estas iniciativas, en las que Barcelona es líder, se mantiene la opción por la economía del conocimiento iniciada con el 22@ a principios del siglo XXI, que en sus orígenes estaba orientada específicamente a las tecnologías de la información y de la comunicación y más tarde se amplió a otros ámbitos como el audiovisual, los media, las energías alternativas y la sostenibilidad energética y las tecnologías médicas.

Como consecuencia de todo ello, según la revista *Fast Company*, Barcelona se situó, en 2013, en la cuarta posición del ranking de las 10 *smart cities* de Europa (Informe *Observatorio Barcelona 2015*).

A esta posición también contribuye la labor desarrollada en el entorno del *Mobile World Congress* que, desde 2006, se celebra en Barcelona y que dio lugar, en 2011, a la iniciativa *Mobile World Capital Barcelona* (MWCB) impulsada por la Fundación del mismo nombre surgida de la colaboración público-privada. Su objetivo es que Barcelona sea un referente de la transformación social y económica que implica el mundo del móvil, sus aplicaciones y las tecnologías convergentes que se desarrollan en su entorno.

El MWCB actúa como instrumento dinamizador de desarrollo y de expansión de las empresas relacionadas con el campo de las TIC, convirtiéndose en motor de innovación mediante la transformación de conocimiento en valor añadido, lo que también tiene impacto en la creación de puestos de trabajo de calidad. Una muestra de ello es la importancia creciente del cluster de empresas, muchas de ellas start-ups impulsadas por jóvenes emprendedores, relacionadas con el mundo de las aplicaciones y servicios multiplataforma, móviles, tabletas o PC.

En esta línea, un informe reciente realizado por la asociación *Barcelona Tech City*, que agrupa empresas y start-ups consolidadas de internet y del mundo del móvil, muestra que las empresas que respondieron a la encuesta, unas 150, casi duplicaron los profesionales contratados, pasando de unos 5.000 en 2012 a 9.500 en diciembre de 2014. En el mismo período, su facturación agregada se multiplicó prácticamente por 3, pasando de unos 2.000 millones de euros en 2012 a 6.000 millones en 2014, aunque la mayor parte corresponde a las empresas más consolidadas de este subsector de las TIC.

El cluster cuenta con empresas de software, comercio electrónico, salud (*e-health*), ocio y juego, y otras relacionadas con los media en sentido amplio, como anuncios clasificados, vídeo, música, agencias de marketing digital, *advertising technologies* y contenidos.

Nos encontramos ante un sector joven, ya que la edad media de las empresas que lo forman es de 4,8 años, el 33% fueron creadas entre los años 2013 y 2014. También el 33% ha participado en programas de incubación o de aceleración, públicos o privados, datos que muestran que es un campo propicio para emprender.

La mayor proximidad relativa al mercado de sus productos y servicios, en comparación con otros sectores como el biotec, facilita su acceso a capital semilla/riesgo. El 52% de las empresas y start-ups de la muestra del estudio recibieron inversión de Business Angels o de entidades de capital riesgo. El 39% de las empresas también habían obtenido financiación de programas pú-



blicos de apoyo a la creación de empresas y/o crecimiento (ENISA, CDTI, ICF,...), por lo general en forma de créditos.

Podemos afirmar que, durante los últimos años, en Barcelona y en el AMB se ha desarrollado un ecosistema emprendedor e innovador específico de este subsector del campo de las TIC, apoyado por numerosas actividades e iniciativas como convocatorias de concursos y premios asociadas a procesos de acompañamiento de proyectos y emprendedores (*mentoring*), la existencia de un número relevante de estructuras de apoyo a la incubación, y un alto nivel de relación (*networking*) entre ellas y en el ámbito internacional. El estudio del cluster Barcelona Tech City recoge que el 60% de las empresas encuestadas tienen actividad internacional y están presentes en más de 50 países.

Los datos del estudio coinciden con los de la tabla que muestran que, en 2014, se alcanzó el máximo número de personas afiliadas en el subsector de servicios de tecnologías de la información en el régimen general de la Seguridad Social con 26.397 personas, lo que representa un aumento del 18% respecto a 2013. De hecho, a pesar de la crisis económica, la afiliación en actividades clasificadas como servicios intensivos en conocimiento y tecnología punta sólo presentaron un retroceso del -4,5% entre 2010 y 2012, se recuperaron en 2013 y alcanzaron el máximo en 2014 con 46.757 personas afiliadas.

De los seis subsectores que incluye, dos experimentaron reducciones significativas especialmente en términos relativos. El de cine, vídeo y grabación de sonido pasó de 3.922 en 2008 a 2.405 en 2014, casi un 39% menos; el de radio y televisión de 1.385 a 707, el 29% menos; también retrocedió un 20% el subsector de telecomunicaciones. En cambio, los servicios de información incrementaron la afiliación en el periodo 2008-2014, con un aumento del 76% y también, hasta 2013, el subsector de investigación y desarrollo.

Hay que destacar que estas cifras no incluyen las personas empleadas en el campo de la I+D que no están registradas en el régimen general de la Seguridad Social como, por ejemplo, profesores y personal técnico e investigador que tienen la condición de funcionarios, sean de las universidades o de centros de investigación de las administraciones públicas. Este hecho se ha de tener presente al comparar los datos con los del INE que no desagrega la ocupación por sectores y régimen de afiliación.

El subsector de servicios de tecnologías de la información es el que tiene mayor peso en la afiliación en servicios intensivos en conocimiento y tecnología punta: el año 2014 representaban el 56%, frente al 47% de 2008. Estos datos llevan a pensar que, además de los efectos de la crisis, los cambios observa-

dos en diferentes subsectores también reflejan los cambios tecnológicos y sociales de los últimos años como el desplazamiento del consumo de ocio de cine y la televisión a juegos y acceso a los media vía internet, sea con el PC o, recientemente, mediante los teléfonos inteligentes, convertidos en multiplataformas de ocio y de servicios. Parte de estos cambios, probablemente, son consecuencia de los producidos en el perfil de las empresas y/o de sus puestos de trabajo, el tipo y clasificación de los contratos.

Barcelona ha mantenido e incluso incrementado el empleo, según la afiliación al régimen general de la Seguridad Social, en los ámbitos vinculados directamente al conocimiento y la tecnología. Esta evolución pone de relieve el mejor comportamiento relativo de los sectores intensivos en conocimiento durante las crisis económicas, así como su potencial en Barcelona, AMB y Catalunya, respecto a la creación de puestos de trabajo y de valor añadido.

#### **Afiliación al régimen general de la SS en Barcelona**

##### **Subsectores de servicios intensivos en conocimiento y tecnología punta**

	<b>Cine, vídeo y registro de sonido</b>	<b>Radio y TV</b>	<b>Servicios de información</b>	<b>Telecomunicaciones</b>	<b>Servicios de tecnologías de la información</b>	<b>I+D</b>	<b>Servicios intensivos en conocimiento y tecnología punta</b>
2008	3.922	1.385	1.663	7.531	19.910	7.228	41.639
2009	3.487	1.460	2.022	7.202	20.106	7.942	42.219
2010	3.284	1.360	2.317	7.218	21.244	8.434	43.857
2011	2.675	1.169	2.679	6.528	21.500	8.637	43.188
2012	2.294	1.168	2.681	6.053	21.073	8.569	41.838
2013	2.336	772	2.873	5.595	22.346	8.681	42.603
2014	2.405	707	2.925	5.974	26.397	8.349	46.757

Fuente: Departamento de estudios del Área de Economía, Empresa y Ocupación del Ayuntamiento de Barcelona

A Barcelona, la apuesta por la economía del conocimiento le ha valido el reconocimiento de la Unión Europea que le otorgó la distinción de Capital Europea de la Innovación en la primera edición de este galardón, en 2014. El premio destaca el desafío de la ciudad para crear un ecosistema innovador y su objetivo de poner la tecnología al servicio de la ciudadanía mediante una aproximación integral que permita la interconexión y colaboración de agentes, públicos y privados, en el entorno de tres proyectos principales: Ciudades Inteligentes (*Smart Cities*), Movilidad (*Mobility*) y Gobierno Abierto (*O-Government*). Estas iniciativas resaltan la importancia de potenciar un entorno facilitador de la innovación y un verdadero ecosistema de la innovación como condición imprescindible para consolidar una economía basada en el conocimiento que actúe

de agente catalizador y de elemento tractor en la transformación de las capacidades de I+D de Barcelona y del AMB en desarrollo económico y social para beneficio de la ciudadanía.

Estos hechos conviven con datos que muestran que en seis de los once principales indicadores que configuran el índice regional de innovación (*Regional Innovation Scoreboard*) de la UE, según el informe del año 2014, Catalunya se encuentra entre las regiones que presentan valores situados entre el 50 y el 90% de los de la media de la UE. Destaca el porcentaje de PYMES que realizan innovaciones de productos, procesos o de tipo organizacional; el porcentaje de PYMES que desarrollan actividades internas de innovación; el porcentaje del PIB de gasto empresarial en I+D y en innovación sobre el volumen de facturación y el número de patentes por billón del PIB catalán.

En tres indicadores, presenta valores entre el 90 y el 120% de la media europea: gasto en I+D del sector público en porcentaje del PIB; porcentaje de ocupación en sectores manufactureros de tecnología media-alta o alta y en servicios intensivos en conocimiento; y el porcentaje de ventas de nuevos productos, sea por el mercado o por la propia empresa.

Estos tres factores, junto al porcentaje de la población de 25 a 64 años con estudios superiores, único indicador en que se sitúa por encima del 120% de la media europea, son las fortalezas de Catalunya. Los otros seis y el del porcentaje de empresas innovadoras que colaboran con otros agentes del sistema, son los que ponen de manifiesto las debilidades de la capacidad de innovación de Catalunya.

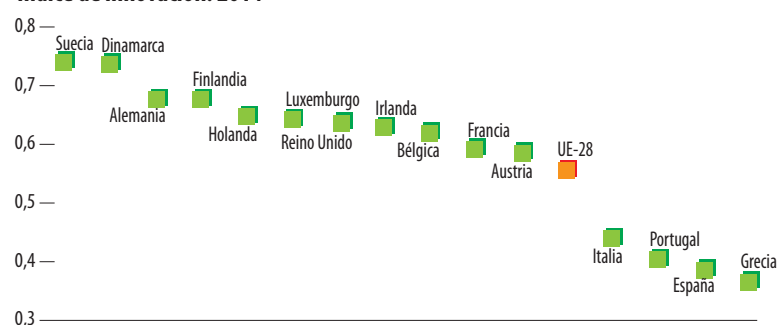
Esos indicadores sitúan a Catalunya en el grupo de regiones de la UE consideradas innovadoras moderadas, detrás de las clasificadas como líderes en innovación y de las seguidoras en innovación, según la terminología de la UE, es decir, en el tercer nivel de los cuatro que establece el índice europeo de innovación. Únicamente está por delante del grupo de las calificadas innovadoras modestas formado por 27 regiones según los datos de *Regional Innovation Scoreboard* 2014. Las regiones líderes son 34, las seguidoras 50 y las innovadoras modestas 79.

Entre 190 regiones, Catalunya está en un bloque que representa el 41%, por detrás del 44% que representan las líderes y las seguidoras en innovación.

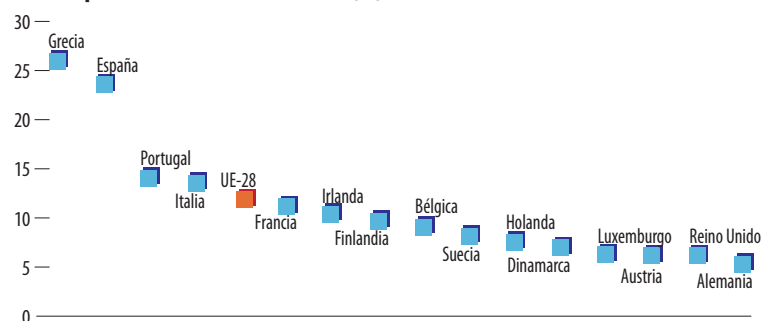
Esta misma posición, en el bloque de innovadoras moderadas se encuentra España respecto a los estados europeos. Además, en este bloque, ha pasado de la tercera posición que ocupaba en 2007 a la séptima en 2014, según el *European Innovation Scoreboard* 2015.

Así pues, queda mucho camino por recorrer para contar con un auténtico ecosistema de innovación maduro y efectivo, como requiere un tejido empresarial con más capacidad de innovación y, por lo tanto, más competitivo en la economía del conocimiento.

#### Índice de innovación. 2014



#### Tasa de paro. Primer trimestre 2015. (%)



Si consideramos que, como muestran los gráficos elaborados con datos de Eurostat y del European Innovation Scoreboard 2015, existe una relación inversa entre el mayor índice de innovación y la tasa de desempleo de los países europeos, parece evidente la importancia que tiene potenciar la capacidad de innovación de ciudades y territorios como elemento clave para su desarrollo económico, social y sostenible y para la creación de empleo de calidad.

# 4

## Agentes del sistema de I+D y la innovación de Barcelona y l'AMB

*“Sin ciencia no se puede imaginar ningún sistema humano. La ciencia es la base de todo” afirmaba recientemente Rolf Heuer, director del CERN. Esta premisa incuestionable carece del reconocimiento social que, indudablemente, merece.*

*El progreso social y material no sería posible sin el conocimiento científico, sin las personas e instituciones que aplican todas sus energías a desentrañar las leyes básicas de la naturaleza. De la denominada ciencia básica surgen los descubrimientos que hacen avanzar la sociedad y que mejoran la calidad de vida de los seres humanos.*

*En este ámbito, Barcelona es un territorio que demuestra tener grandes iniciativas y una comunidad científica respetada y admirada a pesar de que no siempre cuenta con el suficiente apoyo social e institucional. Superando coyunturas adversas, la ciudad y su entorno se caracterizan por una dinámica altamente competitiva y de referencia mundial en determinados sectores.*

*En este capítulo, una vez descrita la situación de la I+D, presentamos un conjunto de iniciativas con las que tratamos de dar visibilidad a la realidad y potencialidad de este sector.*

*En diferentes grados su desarrollo ha sido posible por el apoyo que han obtenido del sector público y privado, algunas se han emancipado y operan en el mercado libre, pero todas ellas han nacido en el entorno del sistema universitario y de investigación, el único cuya misión última es el conocimiento y sin el que el progreso científico y tecnológico sería imposible.*



#### Instituto de Ciencias Fotónicas

*Tiene como objetivo el estudio de la luz y sus aplicaciones -fotónica- en numerosas disciplinas: salud, electrónica, biotecnología, óptica, tecnologías de la información,... De entre todas las investigaciones que desarrolla la más mediática y la que lo dio a conocer fue su investigación en torno a un nuevo material: el grafeno.*



#### IAE

*El Instituto de Análisis Económico del CSIC, ubicado en el campus de la UAB, promueve la investigación económica en ámbitos que van desde econometría a teoría de juegos, de economía experimental a organización industrial,.*



#### Instituto de Investigación Valle d'Hebrón

*Es una entidad de referencia mundial por sus aportaciones al diagnóstico y tratamiento de enfermedades graves, infecciosas y las denominadas enfermedades raras o minoritarias. Además de la labor investigadora desarrolla una intensa actividad divulgativa y educativa para acercar la ciencia a la sociedad.*



#### Institut Universitari de Lingüística Aplicada

*Es un centro de investigación y formación de postgrado de la Universidad Pompeu Fabra que reúne un numeroso conjunto de investigadores, colaboradores y becarios. Participa en organismos y redes temáticas nacionales e internacionales.*

## Instituto de Ciencias Fotónicas

Se creó el año 2002 por la Generalitat de Catalunya y la Universidad Politécnica de Catalunya. Comenzó desde cero con la misión de convertirse en referente global en investigación en ciencias y tecnologías fotónicas, disciplina que abarca la generación, transmisión, detección, control, manipulación y aplicación de la luz. En la actualidad, acoge más de 300 investigadores y estudiantes de doctorado de más de 50 países. La investigación se organiza en grupos liderados por investigadores de prestigio internacional con destacadas dotes de visión y creatividad. De los 22 líderes de grupos de investigación 12 son *ICREA Research Professors* que han conseguido 15 *Grants del European Research Council*, incluidos 3 proyectos *Proof-of-Concept*.

El instituto se ubica en un edificio de 14.000m<sup>2</sup>, fue diseñado para las actividades de investigación desarrolladas por la entidad. Está situado en el Parque Mediterráneo de Tecnología de Castelldefels. Una parte del edificio fue sufragada por la financiación filantrópica de la Fundación Cellex.

Uno de los objetivos del ICFO es la formación de las próximas generaciones de científicos, tecnólogos y emprendedores de este ámbito. Ofrece oportunidades de formación avanzada a estudiantes de doctorado e investigadores postdoctorales. Dos de estos programas son: ICFO+, de formación para desarrollar habilidades profesionales y de gestión y creación de empresas, e ICFO-NEST, orientado a investigadores postdoctorales con gran potencial.

La misión central de la institución es impulsar investigaciones pioneras del más alto nivel en términos de descubrimientos e innovación. Todos los programas, instalaciones, procesos, organización, planes estratégicos y actitud en la creación de actividad se orientan a esta finalidad.

### Atracción de talento

Sus capacidades y liderazgo internacional se reflejan en los líderes de grupo del instituto. Son investigadores de distintas nacionalidades seleccionados por su relevancia y potencial que, en más de una ocasión, han dejado puestos permanentes en instituciones internacionales de gran prestigio.

El instituto busca el mejor talento de forma proactiva. Los investigadores postdoctorales y estudiantes de doctorado son seleccionados de acuerdo a sus méritos, potencial, motivación, y adecuación al puesto ofertado. La admisión de solicitantes es inferior al 1% anual. Respecto a los responsables de

grupo, busca atraer investigadores reconocidos a nivel mundial por sus logros y capacidad para encabezar los proyectos, ya que sólo los que poseen estas dotes y puedan ser líderes globales son considerados miembros potenciales.

Los *ICFO*nians han recibido numerosos premios y reconocimientos, entre los que se pueden mencionar: *Koerber European Award 2003; USA Allen Award 2004; Premio Innova 2005; Otto Hahn Medal 2006; Coblentz Prize 2006; Humboldt Award 2007; EPS European Fresnel Prize 2009; Berthold Leibinger Innovationspreis 2010; IBM Faculty Award 2010; Le Prix La Recherche 2010; Joachim Hertz Award 2010; Medalla Monturiol 2010; Photonics21 European Student Innovation Award 2011, 2012 and 2014; Premio Ciudad de Barcelona 2011; Premio Príncipe de Girona 2011; Huygens Science Prize 2011; TR35 MIT-Spain Award 2012; ICO Award 2012; Gutenberg Science Award 2013; EPS European Fresnel Prize 2009 EPS Quantum Electronics Prize 2013; EMBO Young Investigator Award 2013; Premio L'Oreal Jóvenes 2014; Premio Nacional Talento Joven 2014; etc.*

#### Ámbitos de investigación

La investigación incluye cuatro grandes ámbitos: fotónica no lineal, fotónica cuántica, nanofotónica y biofotónica. Se presta especial interés a las tecnologías de información cuántica, dispositivos nanofotónicos, sensores remotos, optoelectrónica, óptica integrada, óptica ultrarrápida, biofotónica, fotónica biomédica y grafeno. La investigación se organiza en torno a tres programas: Luz para la Salud, Luz para la Energía y Luz para la Información.

Cada vez más, la fotónica desempeña un papel determinante en una amplia variedad de técnicas médicas, incluyendo diagnóstico no invasivo, escaneo avanzado y terapias. Algunos ejemplos los encontramos en terapias fotodinámicas contra el cáncer, oximetría, cirugía láser, espectroscopia infrarroja, tomografía óptica, microscopía avanzada y tratamientos láser en dermatología.

El ICFO se dedica, especialmente, a desarrollar nuevas modalidades y técnicas de visualización de imagen avanzada. Los programas incluyen técnicas multifotón y fluorescencia, técnicas basadas en moléculas individuales, técnicas pioneras de visualización de campos cercanos y estudios en plasmónica y nanoantenas, visualización Raman, visualización fototermal y visualización de óptica difundida, entre otros. También acoge programas de nanocirugía, monitorización de cuidados neurointensivos y oncología plasmónica.

La fotónica está en el corazón de los conceptos y tecnologías fotovoltaicas, así como en la eficiencia en iluminación. Por ello, se investigan aplicaciones de eficiencia energética y técnicas fotovoltaicas. Los proyectos actuales inclu-



yen avances en células solares transparentes eficientes y de bajo coste, avances en fotónica transparente, dispositivos optoelectrónicos energéticamente eficientes, transductores fotoeléctricos, termoelectrónicos y electromecánicos, incluyendo materiales nanoestructurados, nanocavidades, nanoantenas, dispositivos nanofotónicos de material manufacturado de bajo coste, así como mejoras plasmónicas para acumulación de luz.

Esta tecnología también está en el centro de la sociedad de la información actual y del futuro. La fibra óptica, base de la comunicación rápida en el acceso a redes de larga distancia, facilita el uso barato y cómodo de internet en distancias intercontinentales. La luz es el elemento clave de los dispositivos optoelectrónicos integrados para modular datos y enrutar y en todo tipo de monitores. Al mismo tiempo, investiga comunicaciones clásicas en áreas como óptica integrada, optoelectrónica y dispositivos de fibra óptica.

También trabaja para conseguir avances en nanofotónica y tecnologías cuánticas. La nanofotónica ofrece potencialidades de miniaturización sin precedentes y los sistemas de información cuántica representan un salto significativo en el diseño de sistemas de comunicación especializados para aplicaciones como las transacciones seguras en el comercio o en intereses estratégicos.

Otros programas de investigación se centran en áreas como monitores avanzados, dispositivos de base plasmónica, sensores y detectores, emisión y detección de luz para nanoantenas, electrodos transparentes de capa ultrafina, nuevas tecnologías en nano y microfabricación, criptografía cuántica, comunicaciones cuánticas entre satélites, memorias cuánticas, computación cuántica, protocolos de información cuántica avanzada, y programas muy ambiciosos de tecnologías, dispositivos y aplicaciones basadas en materiales de la familia del grafeno.

En términos generales, realiza lo que se denomina investigación de frontera, básica y aplicada. La básica pretende trascender los límites de las tecnologías existentes en velocidad, tamaño, duración, precisión, seguridad, funcionamiento, etc., la aplicada se centra en ideas de interés industrial.

Producto de los trabajos desarrollados en el instituto se han publicado más de 1.300 artículos en prestigiosas revistas internacionales, muchos de ellos han tenido un notable impacto científico y en la innovación. Las citas de los artículos publicados por investigadores del ICFO aumentan exponencialmente, llegando a 7.000 durante el año 2014. Como resultado de esta actividad, el instituto está considerado como centro de investigación del más alto

nivel en el ámbito global en las clasificaciones que valoran la calidad de las publicaciones, entre las que destacan las elaboradas por *Mapping Scientific Excellence Ranking* y *Nature Publishing Índice Global Ranking*.

#### Proyectos internacionales

Participa en numerosos proyectos financiados por la Unión Europea como PLASMOCOM, FAST DOT, Q-ESSENCE, AQUTE, PHORBITEC, QCS, SPEDOC, DI-QIP, NANO-VISTA, NANOMATCELL, SOLPROCEL, BABYLUX, LITE, RAIS, propano, *GoPhoton!*, *Light2015*, etc. y por la Agencia Espacial Europea. Ha sido miembro líder de la *European Networks of Excellence Photonics 4 Life Europe and Nanophotonics for Energy Efficiency*, de la *Integrated Infrastructure Initiative Laserlab Europe*, de la *European Nanophotonics Association*, y de la *Biophotonics4 Life World Consortium*, entre otros. También colabora en proyectos financiados por instituciones no europeas como el *National Institute of Health* de EEUU y la *Templeton Foundation*, entre otras.

#### KTT (Knowledge and Technology Transfer)

Acoge un programa de colaboración con industrias denominado Corporate Liaison Program, mediante el que establece colaboraciones y vínculos con las empresas. También acoge *IBM Faculty Award*, *Corning Inc. Chair* y *Nikon Center of Excellence* en técnicas STORM. Desarrolla más de 30 proyectos en colaboración con la industria, entre los que destacan los realizados con Corning, Alter Technologies, Zeiss, Cosingo, Comsa-Emte, Nokia, Thales o BBraun.

El instituto también promueve actividades de emprendimiento y de creación de spin-off. Durante los últimos años, ha ayudado a crear cinco empresas de base tecnológica IHI y dos iniciativas en fase de gestación e incubación en KTT Launchpad del instituto.

Participa en el *European Technological Platform Photonics21*, a través de su equivalente en España Fotónica21, en el cluster estatal de fotónica SECPhO radicado en Catalunya, y en numerosas asociaciones internacionales de gran relevancia (EPIC, USA, EPS, SPIE, OIDA, etc.).

#### Organización

Se configura como fundación sin ánimo de lucro. El órgano superior de gobierno es el patronato presidido por el Consejero de Universidades e investigación de la Generalitat de Catalunya. Los vicepresidentes son el rector de la Universidad Politécnica de Catalunya y el Presidente de la Fundación Privada

Cellex. El patronato nombra un director o directora con funciones y responsabilidades de director general y de representante legal.

Una parte fundamental de su estrategia se basa en la implementación de mejoras constantes en gestión, formación e investigación. Las actividades académicas y científicas son revisadas y evaluadas periódicamente por comisiones de expertos como, por ejemplo, el *Scientific Advisory Board* que constituye un elemento fundamental en los procesos de evaluación y de definición de la estrategia del centro.

La Generalitat de Catalunya financia los gastos básicos de funcionamiento. La investigación, alrededor del 70% del presupuesto anual, se gestiona mediante proyectos financiados por entidades públicas y privadas, especialmente por la Comisión Europea, industrias nacionales e internacionales, entidades privadas sin ánimo de lucro, y programas competitivos financiados por los ministerios con competencias en investigación e innovación.

Es un centro CERCA de la Generalitat de Catalunya, un instituto universitario adscrito a la Universidad Politécnica de Catalunya y un centro de investigación del programa de excelencia Severo Ochoa del Ministerio de Economía y Competitividad. Recibe ayudas coyunturales de la Fundación La Caixa, acoge proyectos financiados por la Fundación Catalunya-La Pedrera, y programas ideados conjuntamente con la Fundación Privada Cellex y la Fundación Privada Mir-Puig. En 2007, el Dr. Pedro Mir y Puig, fundador de estas dos instituciones, mostró su interés por el ICFO, lo que permitió implementar proyectos de infraestructuras, equipamientos científicos, edificio y el programa de atracción de talento internacional de alto nivel CELLEX NEST que se ha convertido en uno de los elementos clave del instituto.

## **Instituto de Análisis Económico. IAE-CSIC**

Es un centro del Consejo Superior de Investigaciones Científicas fundado en 1985. Desde 1989 tiene instalaciones propias en el campus de la UAB.

Su objetivo es ayudar a producir investigaciones en el ámbito de la economía internacional, captar recursos para financiarlas, crear un ambiente adecuado de trabajo y ofrecer apoyo administrativo e infraestructuras.

Desarrolla investigaciones teóricas y aplicadas que son evaluadas siguiendo los estándares de la comunidad científica internacional. La Agencia Nacional de Evaluación y Prospectiva, agencias de la Unión Europea, el Instituto de Estudios Catalanes y otras entidades externas de grupos de investigación económica de España y Europa lo han clasificado como centro de excelencia nacional e internacional.

Esta entidad ha contribuido a situar a Barcelona en el mapa europeo de la investigación económica. La ciudad se sitúa entre las tres o cuatro mejores de Europa en investigación económica. La Barcelona GSE<sup>1</sup> se posiciona como 14ª institución del mundo y la cuarta de Europa según el ranking Repec<sup>2</sup> de clasificación de instituciones de investigación.

Su labor se ha desarrollado en un amplio espectro de áreas de economía teórica y aplicada, en las que incluye macroeconomía, economía financiera, series temporales, organización industrial, banca y finanzas, economía pública, teoría de juegos, economía regional, crecimiento económico, regulación, economía experimental, ciencia política, economía laboral, economía de la educación, conflicto social, desarrollo económico, economía monetaria y política fiscal.

Durante el periodo 2004-2014, como resultado de los programas se publicaron 277 artículos en revistas indexadas, de los que 11 se editaron en la *American Economic Review*, 1 en *Review of Economic Studies* y 1 en *Science*.

En economía aplicada destacan los estudios sobre I+D, innovación y crecimiento, efectos de la integración económica en la industria y las finanzas, regulación de industrias de redes, política de competición, mercado laboral, educación y finanzas. Además, en diferentes estudios se ha analizado la economía española regional (finanzas regionales, convergencia regional y efectos del euro), la inmigración, el conflicto social, etc.

<sup>1</sup> Barcelona GSE engloba el Instituto de Análisis Económico, Departamento de Economía y HE de la UAB, el Departamento de Economía y Empresa de la UPF y el CREI.

<sup>2</sup> Research Papers and Economics.

Los proyectos aplicados sobre Catalunya, España y Europa se han elaborado en colaboración con diferentes instituciones y agencias gubernamentales, entre las que destacan el Ministerio de Economía y Finanzas de España, la Fundación BBVA, la Generalitat de Catalunya, la Fundación COTEC, la Comisión Nacional del Sistema Eléctrico, la Comisión Europea, la Caixa, Axa, Banco de España... Muchos de estos proyectos se han desarrollado conjuntamente con la Fundación de Economía Analítica (FEA).

Ha contado con investigadores permanentes<sup>3</sup> procedentes de USA, Reino Unido, Austria, Italia, Alemania, Holanda, Francia, Bélgica, Portugal, Hungría, República Checa, Rumania, Turquía, Argentina y Chile, Uruguay. Como consecuencia de esta apertura y capacidad de atracción de talento, el IAE ha modificado la dirección de la fuga de cerebros, al menos en su ámbito de actuación.

Entre la actividades desarrolladas se ha de destacar la organización de 55 conferencias entre 2004 y 2014. Muchas se realizaron con instituciones internacionales como Word Bank, Comisión Europea, European Science Foundation y AXA Research Fund. Otras, sobre asuntos políticos de España, se organizaron con instituciones como el Banco de España, la Fundación BBV, la Fundación Ramón Areces y el Banco de Sabadell. Recientemente, ha recibido, como parte de Barcelona GSE, la distinción de centro Severo Ochoa y la financiación correspondiente.

Desde 2004, ha participado en cinco redes europeas. Sus investigadores han participado en numerosas conferencias y en los consejos editoriales de las mejores revistas internacionales, incluyendo *Econometrica*, *Review of Economic Studies*, *JEEA*, etc. Junto al departamento de economía de la Universidad Autónoma de Barcelona organiza seminarios sobre macroeconomía, microeconomía y economía aplicada en los que participan ponentes reconocidos a nivel nacional e internacional.

El instituto también tiene vocación docente. Numerosos investigadores imparten clases en licenciaturas en la UAB y en la UPF. Forma parte del programa de doctorado IDEA de la UAB en el que han impartido más de 100 cursos desde 2004 y en el de máster *Barcelona Graduate School of Economics*. Los investigadores del instituto han dirigido más de 40 tesis de másters y 38 tesis doctorales. La plantilla actual de investigadores está formada por 19 investigadores permanentes, entre ellos 14 funcionarios del CSIC (7 profesores de investigación, 4 investigadores científicos y 3 científicos titulares), un profesor de investigación ICREA y cuatro postdocs.

---

<sup>3</sup> Contratados más de un año o funcionarios.

El IAE se ha beneficiado de la colaboración de 23 investigadores afiliados en el periodo 2004-2010. Ha financiado, durante este periodo, 40 ayudantes de investigación y becarios que han cooperado en diversos proyectos de investigación del instituto, casi siempre mientras trabajaban en su tesis doctoral. Por último, hay que señalar que la asistencia del equipo de administración es determinante para su normal funcionamiento y constituye una pieza fundamental para gestionar las solicitudes y gastos de financiación.

Durante los últimos cinco años la divergencia entre la productividad científica del IAE y su financiación ha aumentado. Aunque el IAE es una de las mejores instituciones en cuanto a publicaciones por investigador, la financiación pública (total e individual) ha disminuido drásticamente durante este periodo y, a menudo, ha de competir con instituciones internacionales que ofrecen salarios más elevados a los investigadores. También se ha de señalar que numerosos investigadores del IAE han logrado puestos en instituciones de alto prestigio internacional<sup>4</sup>.

La reducción en la financiación se compensó con el aumento de la procedente de proyectos europeos competitivos, así como por la estabilidad de los contratos de investigación que han aliviado parcialmente el descenso de la financiación pública de España. Los investigadores han conseguido fondos de financiación de ERC, Axa Research Fund, Programa Marco europeo etc.

---

<sup>4</sup> Por ejemplo, investigadores del IAE con contrato permanente han logrado puestos permanentes en London School of Economics, University of Michigan, European University Institute-Florenia, INSEAD-Paris, Queen Mary University, Study Center Gerzensee-Suiza, University of Ottawa, CNRS-Francia, Stony Brook-New York, University of Bologna, University of Salerno, University of Essex, European Central Bank, Institute for Advanced Studies-Vienna, Université Toulouse 1, U. of Edinburgh, University of Leicester, University of Tilburg, Université Louis Pasteur.

## Vall d'Hebron Instituto de Investigación. VHIR

Vall d'Hebron Instituto de Investigación (VHIR), fundado en junio de 1994, es una institución del sector público que promueve y desarrolla la investigación científica y la innovación biosanitaria en el hospital universitario Vall d'Hebron. Su objetivo es encontrar soluciones a los problemas de salud de las personas y contribuir al desarrollo científico, docente, social y económico de su ámbito.

Tiene diez áreas de investigación, de las que ocho son longitudinales: oncología, neurociencias, enfermedades neurovasculares, endocrinología y nefrología, enfermedades digestivas y hepáticas, enfermedades infecciosas, enfermedades respiratorias y sistémicas, enfermedades ginecológicas, pediátricas y cirugía experimental, y dos transversales: nanomedicina epidemiología, farmacología, nuevas terapias y apoyo a la investigación clínica.

La infraestructura de gestión y decisión del VHIR recae en la fundación de investigación del hospital universitario Vall d'Hebron. El patronato es el órgano de gobierno y de administración, la representa, gestiona y asume todas las facultades y funciones necesarias para alcanzar los fines fundacionales. El presidente es el Consejero de Salud, también forman parte dos representantes de la UAB, el Consejero de Economía y Conocimiento, el director de la institución CERCA, el director del banco de sangre y tejidos y dos representantes de la dirección del hospital.

El patronato, a propuesta de la dirección, nombra un consejo científico interno formado por veinte investigadores de los grupos de investigación de la fundación para asesorar a la dirección. Diez de sus veinte miembros son coordinadores o representantes de cada una de las diez áreas científicas del instituto, y los otros diez son IP propuestos por la dirección con un mínimo de cinco avales. Este órgano no ostenta, en ningún caso, funciones de gestión o representación.

El consejo científico externo es el órgano encargado de asesorar sobre las actividades científicas de la fundación y de velar por su calidad científica. Está formado por diecinueve científicos de competencia reconocida y de prestigio internacional en los ámbitos de investigación de la fundación, once son extranjeros y ocho son mujeres. No tienen ninguna vinculación con el instituto.

El organigrama ejecutivo del VHIR está formado por el director, un adjunto a la dirección general, gerencia y dirección de recursos humanos, también integra un adjunto a la dirección en investigación clínica y un adjunto en investigación básica. Uno de los factores clave de la institución es la rama de desarrollo de

negocio que incluye las áreas de innovación, promoción de proyectos, coordinación de investigación clínica y servicios científicos.

En el VHIR trabajan más de 1.300 personas, de las que más de 1.200 realizan tareas de investigación. El 85% de los casi 200 investigadores principales son asistenciales, cerca de un centenar apoyan la investigación, ayudan en la transferencia de conocimiento y de tecnología, impulsan la obtención de proyectos competitivos y su desarrollo tecnológico y realizan comunicación y mecenazgo.

Más de 700 miembros son profesionales asistenciales del hospital que, al mismo tiempo, investigan como adscritos. Más de 600 investigadores son financiados por el VHIR y algo más de un centenar conforma el personal de apoyo.

Se estima que 2014 finalizará con un presupuesto superior a 40 millones de euros, y un cierre positivo de la cuenta de explotación. Los ensayos clínicos activos durante 2014, antes de cerrar el ejercicio, eran más de 800. Esta actividad supone una facturación estimada de más de once millones de euros.

La financiación estructural que recibe es de 1,9 millones de euros. Se ha de señalar que, una vez analizados los resultados, por cada euro que recibe de financiación pública genera siete en convocatorias competitivas y doce en financiación privada.

También hay que destacar que los servicios científicos apoyan todas las ramas de la investigación, desde la básica a la clínica, facturando más de dos millones de euros este año.

La unidad de innovación y de transferencia de conocimiento terminó 2014 con 26 patentes para licenciar, 19 licenciadas, 10 en fase de negociación, una spin off en funcionamiento y 2 aprobadas.

En 2011 se iniciaron las acciones orientadas a conseguir donaciones de particulares y de asociaciones de pacientes (mecenazgo) y en 2014 se captaron casi 400.000 euros por este concepto, mediante campañas de captación directa. Se estima que en 2015 serán 100.000 .

El instituto y su personal investigan para solucionar los problemas de salud de las personas. La tarea no es sólo básica o translacional, dado que también lideran la investigación clínica. Las camas del hospital están situadas a menos de cincuenta metros de los laboratorios y los pacientes se benefician directamente de la investigación. Así es percibido por los líderes de la industria - Pfizer, Roche, Sanofi, Quintiliano y Bristol-Myers Squibb- que apuestan por el hospital, al que han convertido en un referente mundial de primeros ensayos clínicos.



Los resultados de los proyectos competitivos presentan un aumento en los procedentes de instituciones europeas y de Estados Unidos. Se ha pasando de 17 a 53 desde el 2009, lo que supone un incremento de la financiación por vías no nacionales, de 750.000 euros de un total de más de ocho millones.

En cuanto a la producción científica, 2014 finalizará con una proyección que, una vez más, superará los 4.000 puntos de factor de impacto total, y superará los 5,30 de factor de impacto medio de un total de más de 800 publicaciones.

Por último, hay que destacar que en septiembre de 2014 se inició un máster en investigación biomédica traslacional. Es un programa oficial para formar investigadores de excelencia, mediante la combinación de conocimientos y competencias científicas y médicas para impulsar el éxito de la investigación biomédica traslacional del futuro.

## **Instituto Universitario de Lingüística Aplicada. UPF**

El Instituto Universitario de Lingüística Aplicada (IULA) es un instituto de investigación que reúne investigadores de diferentes departamentos de la Universidad Pompeu Fabra: traducción y ciencias del lenguaje principalmente, comunicación audiovisual y periodismo, humanidades e investigadores externos de otras universidades e instituciones. Está dedicado a investigación básica y aplicada en lingüística y a la construcción de herramientas y recursos relacionados con las aplicaciones del lenguaje. Las líneas de investigación son: lexicografía, terminología, neología, variación lingüística, dialectometría, demolingüística, lingüística forense, adquisición del lenguaje, enseñanza de lenguas, tecnologías del lenguaje e ingeniería lingüística.

La creación del IULA como instituto de investigación y de tercer ciclo fue aprobada por el Consejo Interuniversitario en 1994, por el Consejo de Universidades el 30 de mayo de 1995, y por el decreto de la Presidencia de la Generalitat de Catalunya 117/1996 de 2 de abril. En el momento de redactar este informe, el IULA está formado por 37 miembros, de ellos 16 doctores PDI adscritos, 5 personas de administración y servicios (2 técnicos informáticos -1 doctor-, 1 documentalista y 2 administrativas), 10 investigadores predoctorales en formación (5 becarios UPF, 5 becarios FI) y 6 contratados para proyectos de investigación externos, de los que 3 son doctores. También acoge investigadores externos, por ejemplo, en 2014 recibió 27 visitantes, 13 de los cuales eran extranjeros: 13 estudiantes en prácticas, 8 estudiantes predoctorales y 6 investigadores doctores en estancia de investigación. Al mismo tiempo, recibió la visita de 10 profesores para impartir seminarios y conferencias.

En cuanto a la financiación, como instituto de la UPF, tiene un presupuesto orgánico para gastos generales y, desde su creación, ha obtenido financiación de programas competitivos de apoyo a la investigación, de ámbito nacional y europeo, y ha firmado un número importante de convenios de colaboración y de contratos de investigación. En promedio, la financiación externa supera el 75% de su presupuesto. En el periodo 2009-2014 logró los siguientes proyectos de programas competitivos.

La transferencia de conocimiento es uno de los objetivos del IULA y dos de sus investigadores han sido galardonados con el Premio del Consejo Social de la UPF a la Transferencia de Conocimiento. Entre las empresas e instituciones que han firmado convenios con investigadores del instituto están: Media Plan-

ning Group, Jobandtalent, Instituto de Estudios Catalanes, FECyT, e Instituto Cervantes. Entre los servicios objeto de estos convenios está el desarrollo tecnológico (creación de módulos de procesamiento del lenguaje natural para clasificación de textos, análisis de sentimientos, extracción de información, etc.), suministro de recursos lingüísticos, en particular terminología, neología y corpus etiquetado con una variedad de información útil para la investigación en lingüística.

	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ayudas para apoyar la investigación: grupos y redes (SGR)	4					3
Fomento de la Cooperación Científica Internacional (FCCI)	1					
Marie Curie Actions - Networks for Initial Training (ITN) (FP7)	1					
Acciones Complementarias para los Proyectos de Investigación Fundamental no orientada	4	4		2		
FP7	1	1		1		
Plan Nacional de I+D+i	2	2	3		5	1
Competitiveness and Innovation Framework Programme (CIP)	1		1			
Programa de Cultura Científica y de la Innovación	1		1	1		

También destaca la actividad de difusión de sus recursos (datos abiertos con licencias de uso libre para investigación y servicios web de procesamiento de datos lingüísticos gratuitos) a través de sus páginas web:

#### **clarin-es-lab.org**

Acceso a la infraestructura para investigación en humanidades y ciencias sociales. Más de 150 servicios web enlazados con documentación e información sobre el uso de herramientas de procesamiento del lenguaje en diferentes disciplinas de humanidades y ciencias sociales.

Reconocido a nivel europeo como CLARIN CENTRO-K [www.clarin.eu](http://www.clarin.eu)

#### **bwananet.iula.upf.edu**

Acceso a la interfaz de consulta del corpus de especialidad etiquetado morfosintácticamente.

#### **treebankbrowser.iula.upf.edu**

Acceso a la interfaz de consulta del corpus de especialidad etiquetado sintácticamente.

#### **www.iula.upf.edu/rec/daele**

Acceso a la interfaz de consulta del diccionario de aprendizaje de español para extranjeros.

#### **obneo.iula.upf.edu/bobneo/index.php**

Acceso a la interfaz de consulta del banco de datos de neologismos.

Como parte de la difusión del conocimiento, los investigadores del IULA publican y presentan los resultados de la investigación en revistas y congresos internacionales de reconocido prestigio. Durante 2009-2014, publicaron 152 artículos en revistas, de los cuales 53 en revistas indexadas (SJR). En cuanto a actos en congresos, la producción en el mismo período es de 185.



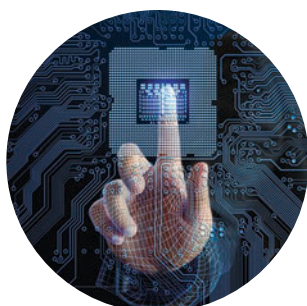
### Barcelona Supercomputer Center

*Es un consorcio público que gestiona uno de los supercomputadores más potentes de Europa. Desarrolla líneas de investigación propias y, al mismo tiempo, colabora con empresas e instituciones privadas en la búsqueda de soluciones los retos que tienen planteados.*



### Sincrotrón

*Un sincrotrón es un acelerador de electrones que al chocar entre ellos facilitan la observación de estructuras y fenómenos microscópicos. Sus investigaciones abarcan el campo de la física y de la química, y sus aplicaciones van desde las ciencias del medio ambiente a las de la salud o nuevos materiales e, incluso, el patrimonio histórico y artístico.*



### BDigital

*Es una Agrupación Empresarial Innovadora con la misión impulsar la competitividad del sector de las TIC. Está gobernada por un patronato público-privado. La I+D+i conforma la base de sus actividades en diferentes ámbitos: salud, seguridad, movilidad y energía, alimentación y medio ambiente.*

## Barcelona Supercomputing Center

Barcelona Supercomputing Center, Centro Nacional de Supercomputación (BSC-CNS) se constituyó oficialmente en abril de 2005. Gestiona Mare Nostrum III, situado en la capilla Torre Girona, uno de los supercomputadores más potentes de Europa. Su misión es investigar, desarrollar y gestionar tecnologías de la información que faciliten el progreso científico. Para alcanzar este objetivo tienen especial relevancia cuatro áreas clave de la ciencia y las aplicaciones de la computación de otras prestaciones (HPC): ciencias de los computadores, ciencias de la vida, ciencias de la tierra y aplicaciones computacionales en ciencia e ingeniería.

Es un consorcio público autónomo formado por tres socios fundadores: Ministerio de Economía y Competitividad (MINECO), Departamento de Economía y Conocimiento de la Generalitat de Catalunya (DECO) y Universidad Politécnica de Catalunya (UPC). La representación de voto está repartida en un 51% MINECO, 37% DECO y 12% la UPC. Los patrones contribuyen con el 58% de fondos operativos e inversiones estratégicas. El 42% restante proviene de proyectos competitivos, principalmente europeos, y de contratos de investigación con empresas privadas.

Es el supercomputador nacional y el coordinador de la Red Española de Supercomputación (RES). Esta red es una infraestructura virtual de supercomputadores ubicados en diferentes puntos que contribuyen al procesamiento total disponible para los diferentes grupos de usuarios de I+D españoles.

Su funcionamiento, coordinado por el departamento de operaciones, incluye apoyo para su mantenimiento global y upgrades, formación de usuarios y técnicos, facilitación de acceso y otros aspectos de apoyo a los usuarios.

MareNostrum III es uno de seis nodos primarios europeos que conforman la red de primer nivel de supercomputación PRACE (*Partnership For Advanced Computing in Europe*). Está clasificado como de nivel 0, el nivel más elevado para un supercomputador. Pueden acceder los investigadores europeos que necesitan la computación más avanzada y potente, también se reserva tiempo para usuarios españoles para, de esta manera, asegurar que podrán competir con los mejores científicos del mundo.

Al mismo tiempo que provee servicios HPC a científicos externos de España y de Europa, desarrolla investigaciones propias. Los departamentos científicos (ciencias de la computación, ciencias de la vida, ciencias de la tierra y apli-

caciones computacionales en ciencia e ingeniería), liderados por eminentes científicos están subdivididos en grupos de investigación dirigidos por un jefe de equipo que centra sus actividades en el estudio del hardware y del sistema software de los supercomputadores del futuro y en la aplicación de simulaciones computacionales de los procesos físicos de la naturaleza, especialmente en ciencias de la vida, de la tierra y en ingeniería.

Durante 2013, casi 464 personas investigaron o apoyaron BSC-CNS. Más del 43% de los trabajadores eran extranjeros (48 nacionalidades). El personal del centro está formado por 262 titulados superiores, 112 doctores y en los departamentos de investigación el 32% son personas estudiantes de doctorado.

Es un centro de excelencia mundialmente reconocido en las disciplinas HPC. El trabajo desarrollado por los científicos, en 2013, produjo más de 146 revistas, libros y capítulos de publicaciones y casi 150 presentaciones en conferencias.

Durante 2013, participó en 93 proyectos, recibiendo 28 millones de euros de subvenciones. De estos, 51 estuvieron financiados por el programa *Framework Seven de la Comisión Europea* (FP7), un programa extremadamente competitivo. 8 fueron liderados por BSC-CNS coordinando a 60 socios europeos y latinoamericanos; 2 fueron proyectos de coordinación internacional de investigaciones subvencionadas nacionalmente y 14 fueron subvencionados con fondos españoles o catalanes. De los 27 proyectos restantes, 17 fueron actividades de investigación financiadas por compañías privadas, 5 por organizaciones públicas españolas e internacionales, incluyendo la ONU y 3 obtuvieron fondos de la Agencia Espacial Europea (ESA). BSC-CNS gestionó 59 becas ICREA, del programa Marie Curie, la Caixa y CONACYT, entre otras.

El departamento de ciencias de los computadores continúa influyendo en el futuro de la arquitectura de los computadores y de los sistemas mediante colaboraciones con líderes de la industria como Intel, NVIDIA, Microsoft, IBM, Samsung, Xilinx y Qualcomm, entre otros. También participa en iniciativas HPC nacionales e internacionales con socios como la Agencia Espacial Europea (ESA) y el G8-ECS (*Enabling Climate Simulations at Extreme Scale*).

El departamento de ciencias de la tierra juega un papel muy importante en los estudios globales sobre el clima. Acoge el nodo del Norte-África-Oriente Medio-Europa (NA-ME-E) del centro regional SDS-WAS que facilita previsiones periódicas y sobre tormentas de arena y polvo. También cobija el primer WMO CBS - Centro Meteorológico Regional Especializado (RSMC-ASDF)- que creará y mantendrá un portal web para proveer predicciones, resultados de verificación y servicios en internet. El departamento continúa desarrollando

y aumentando las áreas españolas que cubren el sistema de predicción de calidad del aire, Caliope, así como modelos sobre transporte químico, aerosoles, polvos minerales y calidad del aire, y su integración a mesoescala y con modelos de olas y otros.

Del departamento de ciencias de la vida hay que destacar una beca avanzada de ERC para crear una herramienta rápida y precisa para obtener mecanismos de detalles atomísticos sobre los vínculos de las proteínas; el *Internacional Cancer Genome Consortium* para leucemia linfocítica crónica, y el proyecto de implementar una infraestructura transnacional para desarrollar la ciencia genómica. El departamento está integrado con grupos de investigación del IRB Barcelona, con el que desarrolla un programa que está obteniendo resultados excelentes que se están editando en las publicaciones más prestigiosas.

El departamento de CASE continúa ampliando su gama de aplicaciones a las que asignan sus códigos. Incluyen simulaciones complejas biomecánicas como los flujos de aire del sistema respiratorio humano y de la zona de alrededor del rostro, y una simulación electromecánica completa del corazón.

Las aplicaciones industriales incluyen dinámica de fluidos para mejorar los diseños de los yates y la ubicación de los parques eólicos; simulaciones de reacciones químicas para mejorar los reactores químicos, y simulaciones geofísicas para mejorar el mapeado de las reservas de petróleos submarinas.

Las aplicaciones sociales incluyen simulaciones de sociedades antiguas para estudiar el comportamiento social humano, y mejoras en los diseños de museos interactivos. También se trabaja en el ámbito de las *smart cities*, integrando datos de las ciudades para capturar las estructuras y procesos que se producen en los ambientes urbanos. También realiza simulaciones y explotación de datos de las redes sociales para alertar de la presencia de eventos, patrones de comportamiento o tendencias emergentes para mejorar los procesos de toma de decisiones.

Uno de los objetivos principales de BSC-NCS es la transferencia de tecnología a la industria, tanto como objetivo en sí mismo como en lo referente a diseminar outputs científicos con la intención de generar retorno industrial.

Desde su creación ha colaborado con las más importantes compañías de TI. Esta colaboración ha aumentado año tras año e incluye importantes compañías del sector TI (IBM, Microsoft y NVIDIA), y multinacionales de otros sectores como Repsol e Iberdrola. También ha solicitado 10 patentes.

BSC-CNS trata de fomentar y facilitar interacciones con la industria en todos los niveles, desde colaboraciones directas en I+D, a actividades formativas

como la organización de seminarios técnicos, e intercambios de personal de I+D con laboratorios de empresas privadas.

Durante 2013, más de 400 TI y ejecutivos seniors de más de 250 empresas visitaron las instalaciones, asistieron a presentaciones con ejemplos de uso de la HPC en sus sectores. También se organizaron 20 visitas sectoriales: aeronáutica, automóvil, telecomunicaciones, robótica, farmacia, logística, textil, y organizaciones TI gubernamentales.

Ha sido distinguido como centro de excelencia Severo Ochoa por el Ministerio de Economía y Competitividad. Este premio confirma su reputación como centro líder en aplicación e investigación en tecnologías de supercomputación. El programa se inició en enero de 2012 con una agenda muy ambiciosa: diseñar nuevas tecnologías de hardware y software para solucionar los requerimientos computacionales y de *big data* en tres aplicaciones: medicina personalizada, biomecánica y modelado climático de la calidad del aire en alta resolución.

Además de mejorar la capacidad de los centros de investigación avanzados para realizar sus tareas, el programa Severo Ochoa del BSC-CNS plantea consolidar las mejores prácticas de los servicios de apoyo, basados en el reconocimiento de la gestión eficiente de los recursos humanos, de la formación y de la comunicación, ya que son elementos fundamentales para favorecer resultados excepcionales en investigación.



## Sincrotrón ALBA

ALBA es la fuente de luz sincrotrón de tercera generación más reciente construida en el área del Mediterráneo. Ubicada en Cerdanyola del Vallès (Barcelona), está gestionada por el Consorcio para la Construcción, Equipamiento y Explotación de la Fuente de Luz de Sincrotrón (CELLS), formado y financiado a partes iguales por la Generalitat de Catalunya y el Gobierno de España. Aprobado en 2003, la construcción se inició en 2006, se inauguró en 2010 y entró en funcionamiento a mediados de 2012.

El objetivo del sincrotrón ALBA es convertirse en un centro de excelencia de luz de sincrotrón en aplicaciones científicas e industriales en Europa y conseguir un reconocimiento internacional como gran infraestructura científica. Su misión es investigar, aplicar y mantener metodologías y técnicas para proyectos de I+D basados en luz de sincrotrón que aporten conocimiento y valor a la comunidad científica e industrial de España, principalmente. El objetivo final es contribuir a mejorar el bienestar y el progreso de la sociedad.

Es un complejo de aceleradores de electrones para producir luz de sincrotrón para visualizar cualquier estructura a escala nanométrica y estudiar sus propiedades. Está compuesto por un acelerador lineal que se utiliza para acelerar electrones hasta 100 MeV; un sincrotrón propulsor, en el que los electrones son acelerados hasta 3,0 GeV; y un anillo de almacenamiento, desde el que se emite la luz sincrotrón hacia las estaciones experimentales o líneas de luz. Tiene un perímetro de 270 metros y 17 tramos rectos para instalar dispositivos.

Con una capacidad de 31 puertos por los que extraer la luz de sincrotrón, dispone de siete líneas de luz operativas en la fase I que comprenden los rayos X blandos y los rayos X duros destinados, principalmente, a biociencia, materia condensada (nanociencia y propiedades magnéticas y electrónicas) y química y ciencia de los materiales. En 2014, se inició la construcción de dos líneas de luz de la fase II que estarán operativas para los usuarios en 2017 y 2019.

Esta infraestructura científica genera en torno a 6.000 horas de luz anuales en cada línea experimental. Ofrece servicio a más de 1.000 investigadores de la comunidad académica y del sector industrial. Los proyectos de investigación públicos son seleccionados, tras una convocatoria pública, por un comité científico externo internacional que valora la calidad científica de las propuestas. Las empresas pueden solicitar horas de luz para sus experimentos de acuerdo con las tarifas preestablecidas.

El Sincrotrón ALBA ha realizado cuatro convocatorias públicas de proyectos desde que inició sus operaciones en 2012. En todas, la demanda ha superado el doble de su capacidad y, por lo tanto, el 50% de las propuestas recibidas no obtuvieron horas de luz de sincrotrón para sus experimentos. El 76% provienen de instituciones ubicadas en España, el 22,5% de entidades europeas y el 1,5% restante de otros países. Mediante los programas CALIPSO y BioStruct-X del 7º Programa Marco de la Unión Europea, el sincrotrón ALBA ha recibido usuarios de otros países europeos.

Desde el comienzo de las operaciones, usuarios industriales han utilizado las técnicas de análisis disponibles en las líneas de luz. Aunque, prácticamente, ninguna empresa española había utilizado luz de sincrotrón para investigar, están aumentando y provienen de sectores diversos como el farmacéutico, pigmentos, semiconductores, adhesivos, etc. y de compañías españolas y extranjeras. Se ha de destacar que, aunque ALBA está operativo desde hace sólo dos años, ha llegado a acuerdos de colaboración con empresas que, en algunos casos, incluyen personal científico financiado para trabajar en el Sincrotrón ALBA.

Se ha de señalar el importante valor de una instalación como el sincrotrón ALBA para el desarrollo de la denominada industria de la ciencia. Un entorno de alta tecnología, con instrumentación muy competitiva, favorece la implementación de colaboraciones estratégicas con la industria, y ya han comenzado a producirse.

El sincrotrón está ubicado en el Parque del ALBA, un área destinada a instituciones públicas y privadas de investigación y tecnología. Este clúster representa un espacio estratégico con posibilidades de convertirse en motor económico, tecnológico y empresarial del sur de Europa. Las sinergias con la Universidad Autónoma de Barcelona y con los centros de investigación CERCA y del CSIC, ubicados en sus inmediaciones, y el polo de conocimiento del entorno de Barcelona añaden un alto valor a su ubicación.

El Gobierno de España lo designó instalación científico-técnica singular. Además, está conectado con otras fuentes de luz de sincrotrón europeas y de otros países a través de proyectos europeos y de acuerdos bilaterales.

El 31 de diciembre de 2013, la plantilla estaba formada por 165 personas organizadas en cinco divisiones: aceleradores (16%), administración (9%), computación y controles (26%), experimentos (23%), ingeniería (18%), además de la oficina de dirección y el equipo de seguridad (8%). El 51% del personal tiene perfil científico, el 41% es personal técnico o de ingeniería, el 6% administrativo y el 2% restante de dirección. El 21% proviene de otros países.

De acuerdo con las aplicaciones científicas, las líneas de luz del sincrotrón ALBA se pueden dividir en tres grupos: biociencias, física de la materia condensada y ciencia de materiales.

**En biociencias**, MISTRAL se dedica a la microscopía de rayos X para hacer nanotomografías de material biológico con elevada resolución espacial. Esta técnica consigue imágenes en tres dimensiones de células con menos manipulaciones que las utilizadas en microscopía electrónica. La línea de luz NCD (Non-Crystalline-Diffraction) estudia muestras no cristalinas con orden parcial de periodicidades grandes y pequeñas, lo que hace posible el análisis de fibras, soluciones, polímeros,... XALOC está dedicada a determinar estructuras de proteínas a través de la cristalografía de rayos X.

**En el ámbito de la materia condensada**, la línea de luz CIRCE dispone de dos estaciones experimentales: una de microscopía de fotoemisión para el análisis químico y de contraste electrónico y magnético de superficies y, la otra, de espectroscopía de fotoemisión para investigar reacciones químicas y superficies en muestras líquidas. BOREAS ofrece técnicas de dicroísmo magnético circular y dicroísmo magnético lineal con rayos X, así como la de dispersión resonante de rayos X, permite el estudio avanzado de materiales magnéticos.

**En el área de la ciencia de materiales**, la línea de luz MSPD (*Material Science Powder Diffraction*) dispone de dos estaciones experimentales en las que realiza difracción a altas presiones para analizar la estructura cristalina de la materia en condiciones de presión extremas y difracción de alta resolución y alta velocidad para estudiar estructuras complejas, transiciones de fase, etc. Claesen se dedica a la espectroscopia de absorción, por ejemplo durante reacciones químicas en condiciones similares a las que se producen en los procesos catalíticos industriales. Las líneas de luz en construcción son MIRAS y Lore. Se dedicarán a la microespectroscopía infrarroja y a fotoemisión con resolución angular.

Los investigadores del sincrotrón ALBA realizan investigaciones propias, primordiales para mantener las técnicas disponibles en ALBA en el más alto nivel de experiencia, aunque destinan la mayor parte de su tiempo a asistir a los usuarios de la instalación.

Aún es pronto para cuantificar la producción científica y técnica de ALBA, sin embargo se puede adelantar que, durante los últimos meses, se han publicado en revistas de gran factor de impacto, trabajos realizados en las estaciones experimentales y se han producido las primeras patentes y colaboraciones con empresas.

## Barcelona Digital Centro Tecnológico (BDigital)

Creada en 2002 como fundación privada sin ánimo de lucro, BDigital es un centro tecnológico avanzado especializado en la aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los ámbitos de movilidad y la energía, salud, la seguridad y alimentación y medio ambiente. Es miembro de Eureka, centro tecnológico de Catalunya surgido de la integración de los cinco centros tecnológicos avanzados catalanes: ASCAMM, Barcelona Media, BDigital, Cetemmsa y CTM.

El patronato de Barcelona Digital es público-privado, está formado por empresas e instituciones: Abertis Infraestructuras, CaixaBank, Capgemini, Fujitsu, Hewlett Packard, IBM, Tecnocom, T-Systems, Cámara Comercio de Barcelona; administraciones públicas: Generalitat de Catalunya y ayuntamiento de Barcelona y universidades e instituciones de educación superior: Fundación ESADE, UOCUPC, UPF y URL. Microsoft, Oracle y Telefónica son invitados permanentes.

### Propuesta de valor de BDigital

Su objetivo es posicionarse como socio estratégico en TIC de empresas y administraciones públicas por su innovación en el ámbito digital en base a:

**Orientación al cliente.** A partir del conocimiento profundo de las necesidades de los sectores empresariales a los que se dirige y de la experiencia acumulada en la ejecución de proyectos.

**Aportación de resultados tangibles a las empresas y a la sociedad.** BDigital transfiere tecnología para alcanzar un objetivo. Idea y desarrolla productos y servicios pioneros e innovadores que proporcionan valor tangible y cuantificable a sus clientes. Mejora la eficiencia y la productividad de las empresas a partir de productos y soluciones digitales. Todos los proyectos impactan, directa o indirectamente, en el bienestar social y en el progreso tecnológico de la sociedad.

**Alineación de sus experiencias y capacidad tecnológica para hacer frente a los retos económicos y sociales del futuro.** La especialización en diferentes dominios tecnológicos es producto del análisis macro del entorno nacional e internacional, está en línea con las estrategias de la Comisión Europea. La alianza y proximidad a expertos y prescriptores posiciona a BDigital como creador del estado del arte.

**Modelo operativo circular.** La interconexión de las áreas productivas de I+D, transferencia tecnológica y promoción y difusión de las TIC le permiten atender las necesidades de sus socios y clientes desde la idea, al contraste con el mercado, la evaluación, los prototipos, el testeo y el apoyo a la implantación y difusión.

**Oferta de capacidades tecnológicas cross-sector.** La investigación y desarrollo aplicados le permiten ofrecer soluciones tecnológicas avanzadas útiles a diferentes sectores: herramientas de apoyo a la toma de decisiones, análisis big data, reconocimiento y modelado de patrones, integración de fuentes de datos heterogéneas (incluidas redes sociales), ideación e implementación de estrategias de movilidad, sistemas de recomendaciones y perfiles de usuarios, algoritmos de inteligencia ambiental, algoritmos de inteligencia artificial, aprendizaje automático, extracción y modelado del conocimiento, minería de datos, interfaces avanzadas de usuario, seguridad informática-ciberseguridad- y seguridad en la nube, entre otras. El centro es pionero en el concepto "ciudadano como sensor".

**Integración en el ecosistema de investigación y en la comunidad tecnológica nacional e internacional.** La oferta de las mejores soluciones es resultado del conocimiento propio y del integrado de terceros. Dispone de una extensa red de socios nacionales e internacionales y forma parte de prestigiosas organizaciones que operan en sus sectores de interés.

**Búsqueda de la excelencia tecnológica.** Sus desarrollos han sido reconocidos por la Comisión Europea y por organizaciones referentes como *Antiphishing Working Group* y la agencia ENISA.

**Capacidad para idear y ejecutar proyectos de difusión y gran impacto en el tejido económico.** Su programa BDigital Eventos organiza, entre otros, congresos líderes en sus ámbitos de interés: BDigital Global Congress, BDigital Apps o el Foro turístico. En los últimos 10 años han tenido más de 40.000 participantes.

#### **Metodologías propias y externas de eficiencia**

1.- Dispone de metodologías y procedimientos consolidados para diseñar y ejecutar proyectos tecnológicos de apoyo a las necesidades empresariales: Estrategias tecnológicas y de innovación en productos y procesos.

Proyectos de desarrollo.

Ejecución e implementación.

2.- BCID es una plataforma corporativa para desarrollar productos software.

3.- Dominio de procesos estándares internacionales.

Establecimiento de alianzas estables y duraderas con proveedores y clientes. BDigital apuesta por relaciones duraderas basadas en la confianza y en la transparencia para lograr un éxito eficiente en los resultados.

Organización flexible y dinámica que trabaja en un entorno de innovación abierta para crear valor y generar nuevos procesos, productos y servicios y co-

laborar en la cuádruple hélice (sistema de I+D+i, empresas, administraciones públicas y usuarios de innovación) como método de creación de riqueza y de respuesta a los grandes retos sociales.

Posición de imparcialidad. BDigital es una organización privada sin ánimo de lucro, con vocación de servicio a las empresas y a la sociedad. Reinvierte sus recursos en nuevos proyectos que beneficien a sus socios y clientes y al bienestar social.

#### Actividades

Ofrece, al tejido empresarial y social, propuestas de valor y servicios innovadores mediante investigaciones aplicadas, transferencia tecnológica y difusión de la innovación.

**Investigación y desarrollo de I+D+i.** Son la base de la actividad del centro, orientados a aplicaciones o necesidades específicas del mercado y a adquirir conocimientos para crear nuevos productos, procesos y servicios o mejorar los existentes. Esto se traduce en creación de nuevos algoritmos, sistemas y plataformas tecnológicas o metodologías para ofrecer soluciones tecnológicas de vanguardia a los clientes.

**Innovación colaborativa.** A través de las actividades del cluster digital.

#### Transferencia tecnológica

**Asesorar en la transferencia tecnología y conocimiento mediante diferentes mecanismos.**

Acuerdos de licencia, cooperación tecnológica, asistencia técnica y servicios, movilidad de personal, creación de empresas, alianzas tecnológicas, adquisiciones y fusiones y compraventa de bienes de equipo.

**Diseño, construcción y despliegue de soluciones tecnológicas avanzadas.** La metodología para implementar soluciones tecnológicas avanzadas prevé consultoría de requerimientos, análisis funcional, realización de focus group para contrastar las funcionalidades, arquitectura de la solución y certificación de la calidad final.

**Definición y realización de pilotos.** Ayuda a las empresas a definir pilotos que hagan de modelos innovadores, escalables y financieramente viables para dotarlos de proyección internacional.

**Gestión de proyectos.** Actúa, en nombre de los clientes, en la coordinación del despliegue de proyectos tecnológicos en los que participan distintos proveedores para conseguir que la solución se ejecute en el plazo establecido y con los recursos previstos. Cuenta con una amplia y reconocida capacidad para gestionar proyectos colaborativos complejos basada en metodologías ágiles.

**Explotación de resultados.** Ofrece asesoramiento para identificar la mejor fórmula para proteger los resultados de los proyectos de las empresas. Desde la protección de la propiedad intelectual hasta la identificación de socios para crear alianzas estratégicas, creación de spin-offs o empresas EIBT (Empresa Innovadora de Base Tecnológica). También de las vías más adecuadas para publicar los resultados en revistas especializadas, asistencia a congresos y/o ferias nacionales e internacionales, etc.

#### Consultoría estratégica

**Estrategia de innovación.** Para identificar en qué pueden innovar las empresas y desarrollar un plan personalizado de innovación en productos o servicios, realizado de forma ordenada, ágil y efectiva.

**Compra tecnológica informada.** BDigital provee información relevante para tomar decisiones en los procesos de compras tecnológicas. Está a la vanguardia del estado del arte de soluciones tecnológicas innovadoras en sus ámbitos de experiencia, dispone de grandes conocimientos del sector TIC, de proveedores y de soluciones disponibles.

**Laboratorio de evaluación.** Ofrece un servicio de evaluación de tecnologías para identificar su encaje en necesidades empresariales específicas en un entorno acotado y controlado, para anticipar y minimizar los riesgos de interoperabilidad, normativos, etc. que se puedan generar durante su implementación en entornos productivos.

**Inteligencia competitiva.** Para acercar a las empresas tendencias innovadoras, nuevos modelos de negocio, nuevas tecnologías aplicables en su actividades, casos de éxito y mantenerlas informadas de las convocatorias de ayudas que pueden serles útiles para orientar sus estrategias.

**Talleres de innovación.** Diseñados para detectar oportunidades de innovación para empresas en un ámbito determinado: productos, servicios o procesos clave.

**Testeo y certificación.** Pionera y especialista en testeo y certificación de aplicaciones para móviles, mediante la plataforma Appytest garantiza la calidad de las aplicaciones para smartphones a través de servicios de consultoría, testeo y monitorización de las mismas para desarrolladores e integradores, y para empresas usuarias de apps. Asimismo ofrece servicios para certificar la accesibilidad de las aplicaciones y el cumplimiento de requerimientos de la LOPD.

**Divulgación.** El programa *BDigital Events* da a conocer las novedades en productos y servicios TIC de interés para el mercado y la sociedad.

**Formación.** Ofrece cápsulas temáticas, talleres, *webinars* y cursos especializados a medida de las necesidades empresariales.

### **Dominios tecnológicos y sectores**

Sus dominios tecnológicos, transversales a todas las áreas de conocimiento, son: *big data*, *contexto-enriched services*, *internet of things*, *security*, *cloud* y *mobile services*. Su actividad se dirige, prioritariamente, a los sectores de salud y farmacia, banca y seguros, industria, telecomunicaciones y suministros, comercio y turismo y administraciones públicas. No obstante, por la transversalidad de las TIC, puede dar respuesta a retos de otros sectores productivos.

### **El clúster digital de Catalunya**

BDigital gestiona el clúster digital de Catalunya. A través de él impulsa proyectos basados en innovación abierta para atender los requerimientos tecnológicos del tejido económico catalán. Agrupa más de 50 empresas con más de 15.000 trabajadores que representan una facturación agregada de más de 500 millones de euros.

### **Financiación**

La financiación proviene de la venta de productos y servicios tecnológicos avanzados. Los ingresos por facturación a empresas y de proyectos europeos competitivos representan 82% de la facturación total.

### **Entidades/empresas con las que colabora BDigital**

Más de 100 compañías y organismos públicos de referencia trabajan con BDigital para afrontar sus retos de futuro. La excelencia científico-tecnológica y el elevado índice de calidad de los proyectos son los compromisos asumidos para responder a las necesidades de las empresas, con diligencia y orientados a resultados. La oferta de soluciones tecnológicas avanzadas es posible por la estrecha colaboración con un ecosistema innovador nacional e internacional.

Entre los clientes y colaboradores del centro se encuentran: ayuntamiento de Barcelona, Generalitat de Catalunya, CaixaBank, Fujitsu, Oracle, Instituto Guttmann, Hospital Clínico de Barcelona y más de 60 pymes que forman parte del clúster digital.

### **Indicadores de actividad**

La plantilla está formada por, aproximadamente, ochenta profesionales que trabajan en más de 70 proyectos de I+D+i. En 2014 generó un volumen de negocio de 6,7 millones de euros. Cuenta con dos patentes y cinco productos en cartera: *Floodr*, *CronicSuite*, *WatEner*, Plataforma de Vigilancia tecnológica,



CAMS. La sede se encuentra en el edificio Barcelona Growth Centre, ubicado en el distrito 22@, también están las oficinas y big data CoE.

Este centro de excelencia construye, evoluciona, aglutina y pone a disposición de las empresas herramientas, sets de datos e infraestructuras big data diferenciales que les permiten definir, experimentar y validar los modelos big data antes de su implantación final. También dispone de una delegación en el edificio TIC del Parque Científico y Tecnológico Agroalimentario de Lleida.

#### **Aportación de BDigital al entorno**

BDigital da servicio a empresas y profesionales para conseguir que las empresas usen mejor las tecnologías digitales como herramientas de productividad y de apoyo a la innovación permanente, mejorar la productividad, reforzar su posición competitiva en el mercado y facilitar su entrada en nuevos mercados.

Crecimiento del sector de las tecnologías de la información y comunicación como socios para desarrollar nuevos productos y servicios, trabajando juntos para incrementar el volumen de los negocios.

Mayor empleabilidad y aportaciones de mayor valor añadido a los profesionales, formándolos y aportando experiencia práctica en campos de gran demanda: valorización de datos, seguridad de la información o inteligencia artificial, entre otros.



### Parque Científico de la UB

*Fue el primer parque científico de España y conforma un cluster de excelencia en investigación y transferencia de conocimiento en el que trabajan casi 2000 investigadores de casi 70 empresas y de 3 institutos de investigación. Ofrece servicios científicos y tecnológicos específicos a las entidades instaladas y abiertos a la comunidad científica en diferentes ámbitos.*



### Parque de la UB

*Es una fundación sin ánimo de lucro en la que además de la UAB participan el Consejo Superior de Investigaciones Científicas y el Instituto de Investigación y Tecnología Alimentaria. Como el resto de parques científicos, centra sus actividades en transferencia de la tecnología y conocimiento, agrupadas en seis ámbitos: biotecnología y biomedicina, tecnologías de la alimentación y sanidad animal, ciencias de los materiales y energía, tecnologías de la información y la comunicación, ciencias sociales y humanidades y medio ambiente y cambio climático.*

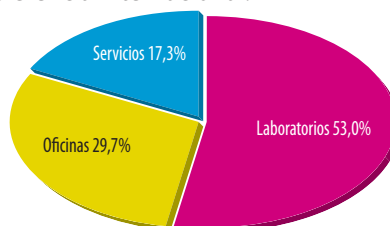
## Fundación Parque Científico de Barcelona

El Parque Científico de Barcelona (PCB) surge de la Universidad de Barcelona en 1997 con la voluntad de poner en marcha la tercera misión de la universidad y contribuir al sistema de innovación e investigación en ciencias de la vida. Se constituyó como fundación privada en la que participan, bajo la presidencia del rector de la Universidad de Barcelona, patrones designados por la UB, el Consejo Social de la UB, la Fundación Bosch i Gimpera, Catalunya Caixa, Banco de Santander, ayuntamiento de Barcelona, un patrón designado por la presidencia del Consejo Superior de Investigaciones Científicas y dos representantes de la Generalitat de Catalunya del Departamento de Economía y Conocimiento.

La Universidad de Barcelona puso a disposición de la fundación PCB 86.000 m<sup>2</sup>, de los que casi 59.000 m<sup>2</sup> son de actividad. Situado en el Campus del Conocimiento -UB, UPC y CSIC-, es un importante polo de producción y de transferencia del conocimiento de referencia internacional.

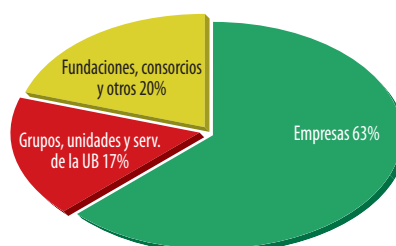
### Superficie del PCB

Laboratorios	31.5151 m <sup>2</sup>
Oficinas	10.205 m <sup>2</sup>
Servicios	17.491 m <sup>2</sup>



### Unidades instaladas

Empresas	44
Grupos, unidades y servicios de la UB	12
Fundaciones, consorcios y otros	14



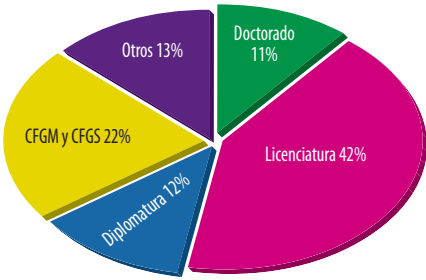
Fue un parque pionero en España. Contribuye al sistema de innovación alojando entidades del sector público y privado, acoge tres institutos de investigación -Instituto de Investigación Biomédica de Barcelona (IRB Barcelona, 400 personas), Instituto de Bioingeniería de Catalunya (IBEC, 200 personas) e

Instituto de Biología Molecular de Barcelona (IBMB-CSIC, 100 personas)- y más de 70 empresas que encuentran en el PCB mecanismos de crecimiento por el sistema de innovación abierta que ofrece.

En cuanto a la situación financiera, está aplicando un plan de viabilidad que le permita refinanciar y retornar los créditos concedidos para su construcción y para adquirir infraestructuras. El plan cuenta con el apoyo de la Universidad de Barcelona y de la Generalitat de Catalunya. La financiación actual proviene de ingresos propios generados por el alquiler de espacios y por prestación de servicios.

**Cualificación profesional**

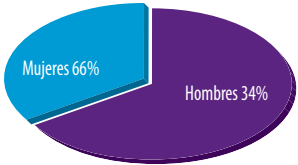
Doctorado	12
Licenciatura	47
Diplomatura	13
CFGM y CFGS	25
Otros	14



En la institución trabajan más de 2.000 personas investigadoras de más 30 nacionalidades. La plantilla es de 111 personas con formación específica para el desarrollo sus funciones, más del 50% son licenciadas superiores y doctoras.

**Sexo**

Mujeres	73
Hombres	38



Una característica singular fue la puesta en funcionamiento de la primera bio-incubadora de empresas de España en colaboración con la Generalitat de Catalunya, Banco de Santander y Fundación Bosch i Gimpera. Ofrece un espacio de apoyo a iniciativas emprendedoras surgidas de proyectos universitarios.

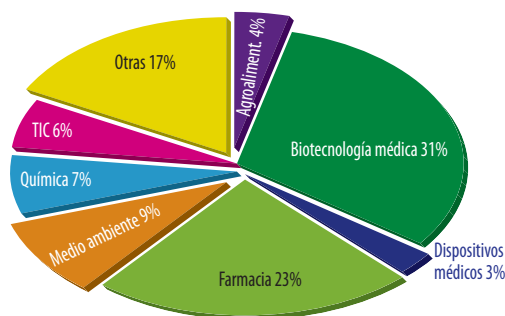
Desde 2002, ha ayudado al nacimiento de 20 empresas, algunas se han convertido en casos de éxito como Oryzon Genòmic que, recientemente por la venta de dos fármacos a Roche, ha obtenido 15 millones de euros; Intelligent Pharma que es una de las empresas más premiadas por su innovación por instituciones públicas nacionales e internacionales y *Neuroscience Technologies*,

entre otras. Se trata de empresas consolidadas, con proyección internacional y sedes en otros países. La bioincubadora del PCB es un entorno idóneo para la búsqueda de conocimiento y de mecanismos de detección de necesidades, es decir, un espacio de oportunidades.

La mayoría de las entidades instaladas en el PCB son spin-off y start-up, como Goldemar, Mind the Byte, SOM Biotech, y Embryotools. Entre otras, centran sus actividades en el sector de la biotecnología médica (31%), seguido del farmacéutico (23%) y tienen sus centros de I+D en el PCB. También se encuentran empresas como Esteve y Ordesa o Stat Diagnóstica que ha alcanzado la tercera ronda de financiación de *Europa medical devices* de 17 millones de euros.

#### Actividades instaladas

Agroalimentaria	3
Biotecnología médica	22
Dispositivos médicos	2
Farmacia	16
Medioambiente	6
Química	5
TIC	4
Otras	12



El PCB tiene más de 7000 m<sup>2</sup> de infraestructuras científicas y tecnológicas y de servicios generales de apoyo al alcance de todo el sistema de investigación e innovación.

En su oferta tecnológica destaca el Centro Nacional de Secuenciación Genómica, uno de los más importantes de Europa apoya proyectos de investigación en todo el mundo. Dispone de plataformas tecnológicas propias en alianza con otros parques que prestan servicio a todo tipo de investigación de excelencia. Las alianzas optimizan recursos y aportan gran valor en conocimiento.

Este ecosistema pone a disposición la oferta de otros centros científicos de la Universidad de Barcelona (CCiTUB), como la Unidad de Microscopía Electrónica e infraestructuras singulares como la RMN.

El Parque Científico de Barcelona constituye una oferta de valor, al mismo tiempo, favorece la competitividad de empresas, pymes, institutos de investigación públicos y proveedores de servicios al formar parte de una misma comunidad. Uno de sus objetivos prioritarios es ser facilitador para que las empresas puedan poner sus productos en el mercado.

Es un entorno privilegiado para el *networking* ofreciendo, a las instituciones y empresas instaladas, un espacio dedicado a la generación, transferencia y captación de valor. La reciente incorporación de Biocat implica un incremento de su capacidad de *networking* en el ámbito nacional e internacional y que se fortalezca por la experiencia en programas de emprendimiento y conocimiento del sector.

También organiza actividades de promoción de la cultura científica y de fomento de nuevas vocaciones científicas a través del programa *Difusión de la Ciencia* en el que cada año participan en torno a 4.500 personas. La mayoría del público es alumnado de secundaria.

## Parque de Investigación de la UAB

Es una fundación privada sin ánimo de lucro creada en 2007 por la UAB, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) y el Instituto de Investigación y Tecnología Agroalimentaria (IRTA). Su misión es impulsar y mejorar la transferencia de tecnología y de conocimientos de sus miembros, promover la actividad emprendedora creando empresas basadas en la investigación y, en general, facilitar la interacción entre investigación, empresas y sociedad. Pretende ser una herramienta eficaz de transferencia de conocimientos y de tecnología, capaz de comunicarse y de responder a las necesidades del personal investigador, de la población emprendedora y de las empresas.

Da servicio a los departamentos y grupos de investigación de la UAB y a los centros e institutos ubicados en el Campus de Bellaterra. Todos ellos realizan sus actividades en torno a seis ejes básicos: biotecnología y biomedicina; tecnologías de la alimentación y sanidad animal; ciencia de los materiales y energía, tecnologías de la información y la comunicación; ciencias sociales y humanidades; y medio ambiente y cambio climático.

Para desarrollar estas actividades y ofrecer el mejor servicio posible, cuenta con un equipo multidisciplinar formado por diecisiete profesionales, de los que cuatro son doctores. Se estructuran en siete áreas: dirección, gerencia; proyectos público-privados; financiación y gestión de proyectos; proyectos internacionales; emprendimiento, creación e innovación empresarial; y comunicación y promoción.

Desde su creación se ha financiado con fondos por prestación de servicios, básicamente gestión de espacios, fomento de la emprendeduría, transferencia internacional, convenios con empresas y servicios de gestión y financiación de proyectos. Por otra parte, participa en subvenciones y proyectos de convocatorias competitivas y, en menor medida, por las aportaciones de patrones y patrocinios de empresas.

Impulsa proyectos entre investigadores y empresas para aplicar las tecnologías y conocimientos que surgen de la investigación y para encontrar soluciones y oportunidades empresariales que den respuesta a los retos sociales. También promueve la creación de empresas de base tecnológica y participa en actividades de cooperación internacional.

Contribuye a fomentar proyectos empresariales nacidos de la actividad investigadora de la universidad o propuestos por emprendedores. En total, ha

impulsado 73 empresas basadas en proyectos de investigación desde 2001 con un índice de éxito superior al 80% y la creación de más de 600 puestos de trabajo, muchos altamente cualificados.

Durante el último quinquenio, en plena crisis económica, el ritmo de creación de empresas aumentó, situando la media anual en más de cinco empresas. Además, un 60% ha conseguido penetrar en mercados internacionales.

Para promover la aparición y el crecimiento de estas empresas, el parque de investigación de la UAB ofrece servicios de asesoría legal y fiscal, de búsqueda de financiación y actividades de promoción y de comercialización, entre otros. También organiza programas de fomento del espíritu emprendedor, de la cultura de la innovación y ayuda a modelar las ideas de investigadores y doctorandos de todos los ámbitos científicos del campus.

Por una parte, organiza el Programa Generación de Ideas, que tiene como principal objetivo desarrollar ideas de negocio y transformarlas en proyectos empresariales reales. Está dirigido a estudiantes de doctorado y a investigadores con interés para generar soluciones de mercado con su investigación. Dura siete semanas e incluye generación de ideas, formación en aspectos claves de la gestión empresarial y, finalmente, un concurso que premia los tres mejores proyectos presentados. Este año, en su tercera edición, promovió la creación de proyectos en el sector medioambiental y en sostenibilidad energética. Las ediciones anteriores -la primera, centrada en el sector de las tecnologías de la información y la comunicación, y la segunda en el sector biotecnológico- generaron tres empresas: *Mass Factory*, *Ad on Demand* y *Crowdmobile*. También se han patentado seis tecnologías de los proyectos presentados, de las que tres se han licenciado a empresas.

Por otra, organiza el *Food & Health Entrepreneurship Program* (FHEP), un programa internacional -desarrollado por la Universidad California Davis desde 2006- dirigido a investigadores que deseen desarrollar proyectos en el ámbito alimentario y de la salud y ponerlos en el mercado. Los investigadores participantes desarrollan sus tecnologías innovadoras a través de seminarios, sesiones de mentoría y ejercicios prácticos enfocados al mercado.

El parque también dispone de espacios de incubación para empresas, adaptados a las necesidades de las diferentes etapas de crecimiento. Los viveros de empresas ofrecen condiciones idóneas para facilitar las etapas iniciales de puesta en marcha y de crecimiento de las empresas.

Los proyectos de I+D+i entre investigadores y empresas son un método eficaz para fomentar la transferencia de conocimientos y, en numerosas ocasio-



nes, un complemento imprescindible de otras vías de comercialización. Estos proyectos pueden servir para demandas puntuales de las empresas o para realizar pruebas de concepto sobre posibles aplicaciones de una tecnología en un producto específico.

Uno de los objetivos del parque es crear vínculos entre investigadores y empresas que los acerquen para trabajar unidos en la resolución de necesidades y problemas de la sociedad actual. Para ello, organiza laboratorios de ideas e innovación en los que reúne empresas, investigadores y usuarios que trabajan con metodologías de cocreación y design thinking para generar proyectos y encontrar soluciones a los retos sociales. De estas sesiones han surgido proyectos como la aplicación de la tecnología *Kinnect* para prever las caídas de las personas mayores, el desarrollo de un componente nutricional de un alimento destinado a las personas mayores y el diseño de estrategias de innovación en la industria de la alimentación, entre otros.

Un ejemplo más de esta investigación colaborativa es el proyecto con *Dormi-ty.com* para desarrollar un sistema informático que permita fabricar colchones personalizados. Participan dos centros de investigación: el servicio universitario de investigación de fisioterapia (SURF) de la escuela universitaria Gimbernat y el centro de visión por computador (CVC).

También hay que destacar, como caso de éxito, la colaboración con la multinacional Henkel. Esta empresa se instaló en el parque en julio de 2010, ocupa un espacio de 240 m<sup>2</sup> en el edificio Eureka y configura una instalación multidisciplinaria de investigación en química, ciencias de materiales y desarrollo y test de nuevos adhesivos. En 2013, Henkel puso en marcha un laboratorio que ha supuesto la creación de 30 puestos de trabajo, todos ellos dedicados a buscar nuevos conceptos y materiales para crear productos adhesivos de alto valor añadido.

Este caso demuestra una relación de beneficio mutuo. A la empresa le proporciona acceso preferente e inmediato a un entorno científico de alto nivel que proporciona tecnologías, pero sobre todo conocimiento. La universidad también se beneficia, ya que facilita acceso de sus investigadores a una investigación industrial orientada al mercado y a conocer el funcionamiento de la empresa; crea puestos de trabajo muy cualificados y modifica ámbitos de investigación y de conocimiento universitarios y los traslada a la formación de profesionales.

Desde el parque se ayuda a buscar financiación para los proyectos de los investigadores y de las empresas y a preparar propuestas para las convocatorias

competitivas, especialmente a las del programa europeo Horizon 2020. Además, ofrece desarrollar las tareas de coordinación, preparación y entrega de informes y gestión en los trámites administrativos y financieros.

Participa en redes del territorio e internacionales relacionadas con transferencia e innovación. El parque se encuentra en un entorno privilegiado para potenciar investigaciones de alto nivel científicas y tecnológicas, ya que se encuentra en la zona definida como Entorno B30, en la que se ubican grandes empresas nacionales e internacionales de alto valor añadido en los ámbitos de tecnológicos, innovadores y de conocimiento.

En colaboración con otros agentes del territorio, organiza encuentros entre empresas e investigadores para dar visibilidad a los proyectos innovadores. Un ejemplo es el Foro de Tecnologías e Innovación, organizado con el ayuntamiento de Sabadell para dinamizar las relaciones entre empresas e investigadores que trabajan en sectores clave para el territorio. Se han celebrado dos ediciones, una sobre soluciones para el envejecimiento y la otra sobre ciudades del futuro.

Otra vía para visibilizar la transferencia de conocimiento y, al mismo tiempo, sensibilizar sobre la importancia que el conocimiento generado en la universidad llegue a convertirse en realidad, es la difusión realizada por diferentes canales. Con la UAB edita la revista digital UAB Innova, iniciativa que hace llegar la actualidad relacionada con la innovación, el emprendimiento y la transferencia de conocimiento al personal de la universidad y de su entorno. La revista incluye noticias, artículos y entrevistas a investigadores y emprendedores y reportajes de empresas surgidas de la investigación universitaria. Contiene una agenda en la que se destacan los acontecimientos más relevantes del ámbito de la innovación y del emprendimiento. Además, envía un boletín mensual con noticias sobre la actividad y servicios del parque, convocatorias para investigadores, etc.. Todo ello complementado con las redes sociales.



#### KIC InnoEnergy Iberia

Participada por entidades públicas y privadas de España y Portugal sus objetivos son: reducción del coste de la energía; incremento de la seguridad de suministro y de las operaciones en plantas; y reducción de las emisiones. La filial de Barcelona lidera la estrategia europea de energías renovables.



#### Grupo AIA

Tiene como objetivo "construir algoritmos para un mundo mejor y transformar la información en conocimiento útil". Las áreas en las que desarrolla sus proyectos aglutinan desde el análisis de las redes social es a técnicas de optimización, modelos de redes eléctricas, preservación del blanqueo de capitales,...



#### Celestia-Aerospace

Se ha especializado en nanosatélites de bajo coste. El proceso abarca todas las fases del proceso: desarrollo, puesta en órbita y gestión y transmisión de datos al cliente. Biotecnología y farmacia, electrónica y la industria aeroespacial tradicional son las primeras actividades para las que han desarrollado diferentes modelos de nanosatélites. La colaboración de la UPC han sido un elemento clave.



#### Oryzon

Surge como spin-off de la UB y del CSIC a principios de este milenio. Su actividad inicial se centró en el diagnóstico de enfermedades graves mediante la identificación de biomarcadores. Ha incorporado a sus actividades el desarrollo de nuevas técnicas y productos para mejorar la salud de los pacientes oncológicos y de los afectados por enfermedades neurodegenerativas.



#### Starlab

Ha desarrollado, entre otros productos, neuroestimuladores que convierten las ondas cerebrales en sonidos para que las personas afectadas de graves discapacidades puedan comunicarse con las de su entorno. Trabajan en nuevos sensores de teledetección, altimetría, observación de la tierra,...

## KIC InnoEnergy Iberia, S.L.

Con sede en Barcelona, KIC InnoEnergy Iberia es una compañía filial de KIC InnoEnergy, SE, participada por entidades públicas y privadas de España y Portugal.

En 2009, el *European Institute of Innovation and Technology* (EIT) realizó una convocatoria para constituir tres KIC (Knowledge Innovation Community) sobre tecnologías de la información y de la comunicación, clima y energía sostenible. El objetivo era crear y desarrollar, en Europa, un nuevo modelo de gestionar el paso de la investigación al mercado, promoviendo sinergias entre formación, emprendimiento e innovación tecnológica. A cada una de las KIC se presentaron varios consorcios. El ganador en energía fue KIC InnoEnergy.

Una de las condiciones del EIT es que el ecosistema sea autosostenible económicamente, por ello, el consorcio ganador decidió constituirse como empresa y gestionar las actividades como tal. En 2010, los 27 socios de KIC InnoEnergy SE fundaron la empresa europea con sede en Holanda y ésta, junto con los socios locales, promovió la creación de seis filiales en diversas ciudades europeas, una de ellas en Barcelona. El accionariado del KIC InnoEnergy Iberia, S.L. está formado por KIC InnoEnergy, SE, Gas Natural, UPC, ESADE, IREC, IST (Instituto Superior Técnico de Lisboa), Iberdrola, CIEMAT, EDP y Tecnalia.

Más de 200 empresas e instituciones adicionales participan en sus actividades. Forman una red dinámica de primer nivel, abierta a nuevos operadores que fomenta la excelencia. Aunque la empresa busca el retorno económico de las inversiones, existe un acuerdo estatutario para no repartir dividendos y reinvertir los beneficios generados en las actividades de la compañía.

### Actividades

La empresa desarrolla tres actividades: formación, creación de empresas e innovación. El objetivo es aportar a la sociedad personas con talento, preparadas y con espíritu emprendedor para liderar el cambio del modelo energético en Europa, de nuevas empresas con potencial de crecimiento y de nuevas tecnologías o modelos de negocio con elevado impacto en el mercado mediante la innovación de productos o servicios.

Hay que remarcar que las actividades de KIC InnoEnergy deben estar orientadas a uno de los tres objetivos siguientes: reducción del coste de la energía; incremento de la seguridad de suministro y de operaciones en plantas y reducción de las emisiones.

La filial de Barcelona lidera la estrategia europea de energías renovables, definiendo prioridades, *roadmap* y seleccionando, evaluando y haciendo seguimiento de proyectos de esta tecnología.

#### **Financiación**

La principal fuente de financiación son los recursos de los participantes en los proyectos; en segundo lugar, EIT fondos europeos, que aportan hasta 25% para desarrollar actividades; el tercero, por volumen, las aportaciones monetarias de los accionistas de la empresa de Europa; y en cuarto lugar, el retorno de las aportaciones realizadas en proyectos de innovación en los casos de éxito del producto comercializado, o por el retorno que puedan generar las start ups a las que se apoya, vía resultados o valor de la compañía.

La financiación de proyectos de innovación es a riesgo, pero si el producto llega al mercado, la empresa comercializadora deberá devolver a KIC InnoEnergy la financiación que esta haya aportado. Este acuerdo se referencia a la medida de cada modelo de negocio.

En 2014, el presupuesto de la empresa europea era de 300 millones, el 25% lo aportó EIT, porcentaje del que, aproximadamente, la sexta parte impacta en las actividades de la filial KIC InnoEnergy Iberia, SL

Algunos indicadores de las actividades de la empresa europea a los que puede acceder cualquier entidad europea:

400 estudiantes en programas de másters, doctorado y programas especializados.

Apoyo a 70 iniciativas de emprendedores. Una sexta parte, aproximadamente, desde Sant Cugat mediante el programa *Highway*.

30 empresas creadas (con una primera venta y/o una inversión externa de 0,5 millones de euros).

11,6 millones de euros invertidos por entidades de capital riesgo en las empresas de nueva creación.

24 nuevos productos o servicios derivados de los proyectos de innovación puestos en el mercado.

Aplicación de 59 nuevas patentes.

Más de 160 empresas europeas están involucradas en los proyectos de innovación.

#### **Personal**

En KIC InnoEnergy Iberia trabajan 25 personas en dos sedes, Campus Nord UPC de Barcelona y ESADE Creàpolis en Sant Cugat. De estas 23 son tituladas universitarias en ingeniería y economía, principalmente.

#### **Aportación de KIC InnoEnergy al entorno**

Uno de los principales valores de la compañía es su orientación paneuropea e integradora. La empresa está orientada a un entorno global, pero el foco de creación de valor es Europa. La filial de Barcelona participa de esta visión y valores e intenta potenciar que empresas, universidades y centros de investigación de su entorno y del resto de España y Portugal participen en este ecosistema.

Como se ha indicado anteriormente, gran parte de los accionistas de KIC InnoEnergy Iberia se encuentran en el área metropolitana de Barcelona. De hecho, la UPC, ESADE, Gas Natural Fenosa e IREC fueron los que, junto a otras entidades de Europa, impulsaron la creación del consorcio que presentó su candidatura al EIT en 2009.

Como resultado, el liderazgo y dirección de las tres principales actividades han estado, inicialmente, en manos de ESADE, UPC, IREC y Gas Natural Fenosa. Conforme la empresa crecía, la interconexión con las filiales europeas aumentaba para establecer una auténtica red de conocimiento, emprendeduría e innovación.

La aportación que KIC InnoEnergy Iberia, SL ofrece a las entidades de su entorno es ayudarles a encontrar socios o a incorporarse a proyectos y programas de gran impacto europeo e, incluso, la posibilidad de liderarlos.

## Aplicaciones en Informática Avanzada SL

El Grupo AIA (Aplicaciones en Informática Avanzada, SL) es una firma de consultoría e ingeniería de software y de sistemas de información. Fue fundada en 1988 por seis socios con experiencia en la investigación científica. La totalidad de su capital está en manos de los fundadores, empleados y consultores.

El objetivo del Grupo AIA es producir un beneficio económico cuantificable a sus clientes a través de la innovación, mediante un software avanzado como propuesta tecnológica de valor.

Ha conseguido transferir ciencias básicas como matemáticas y física, así como las disciplinas de economía y de inteligencia artificial a sus clientes, en la industria y en el mundo de los negocios, como método de resolución de problemas complejos.

Desde sus inicios, ha respondido a las expectativas del mercado resolviendo problemas complejos en la industria y en el mundo empresarial mediante el desarrollo de tecnologías avanzadas. El software se basa en técnicas de clasificación, predicción, optimización, simulación e inteligencia artificial, actividad que experimenta rápidos y constantes cambios.

El objetivo permanente es crear algoritmos para un mundo mejor, transformar la información en conocimiento útil y apoyar la toma de decisiones en todos los niveles operativos y de gestión.

### Áreas de conocimiento

**Sistemas inteligentes de observación.** Plataforma basada en una estructura conceptual y jerárquica del conocimiento que opera de interfaz con sistemas transaccionales de tiempo real y con sistemas conducidos por eventos.

**Técnicas de optimización.** Utiliza metodologías clásicas, algoritmos genéticos, redes neuronales, algoritmos A\*, modelos físicos (Simulated Annealing), métodos de Monte Carlo.

**Análisis predictivo.** Redes neuronales, reconocimiento de patrones, análisis de series temporales y análisis de información contextual simbólica, entre otros.

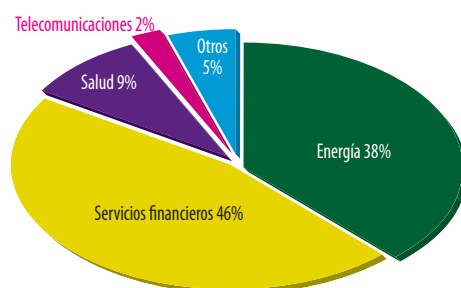
**Modelo de redes eléctricas.** El grupo ha acumulado años de experiencia analizando y construyendo modelos de redes eléctricas de transmisión en todo el mundo y ha construido una importante base de conocimiento.

**Análisis de redes sociales.** Modelización de redes sociales, análisis de la evolución de las comunidades, optimización de las comunicaciones a través de las redes sociales.

**Modelos de segmentación y caracterización.** Desarrollo de modelos de segmentación no supervisada y de caracterización de gran volumen de individuos para aplicaciones de marketing.

**Modelización del conocimiento.** Desarrollo de tecnologías para modelar y representar el conocimiento aplicado a las infraestructuras big data.

El principal activo del Grupo AIA es un equipo de primer nivel mundial con talento y creatividad (doctorados, másters, licenciados e ingenieros).



#### Empleados. 2013

De los 43 trabajadores, el 14% tienen un doctorado, el 16% licenciatura y el 44% ingeniería. La estrategia de I+D se basa en un permanente desarrollo de estrategias que eviten la obsolescencia tecnológica.

Una política clara de caracterización de la propiedad intelectual y de su protección mediante patentes, y la participación en programas de I+D nacionales, europeos y americanos (NASA).

#### Áreas de negocio y soluciones

##### Energía

Gestión de redes eléctricas.

Reposición automática de las redes eléctricas.

Planificación de las redes.

Optimización de caudales hidrográficos en centrales hidroeléctricas.

Generación de estrategias de subasta: *bidding* en mercados eléctricos liberalizados.

##### Finanzas

Detección y prevención de blanqueo de capitales.

Detección de fraude en medios de pago.

Gestión de efectivo en cajeros y oficinas.



### **Telecomunicaciones**

Diseño de aplicaciones para marketing viral.

Prevención del *churn*.

Detección del fraude.

### **Salud**

Guías electrónicas de prácticas clínicas.

Guías terapéuticas.

Seguridad en la prescripción.

Previsión de ingresos hospitalarios.

### **Proyectos de I+D**

#### **Proyectos financiados por el Gobierno español**

CENIT ENERGOS (CDTI) (2010-2012). Desarrollo de una plataforma de smart grid para compañías de distribución. El proyecto fue liderado por Unión Fenosa Distribución con la participación de 16 compañías y centros de investigación.

REDES 2025 (2009-2012). Desarrollo de la I+D necesaria para las redes de transmisión y de distribución en 2025. El consorcio fue liderado por *Futured*, una asociación española de empresas relacionadas con el sector eléctrico. 70 empresas e institutos de investigación del sector.

CEPEDE (CDTI) (2010-2012). Creación de una nueva generación de centros de bajo consumo de procesamiento de datos en el sector de la investigación científica para mejorar su eficiencia energética respecto a los actuales.

BATTMAN (ACC1Ó) (2009-2011). Nuevos métodos y técnicas de fabricación de baterías para vehículos eléctricos. Liderado por FICOSA, el grupo participó en el desarrollo de algoritmos inteligentes para la gestión y control de la carga de las baterías.

BARCELONA CIUDAD INTELIGENTE (AGAUR / Generalitat) (2010-2011). Creación de una plataforma de gestión de redes de sensores ciudadanos y de su información orientada a optimizar la gestión urbana. Está abierta al desarrollo de aplicaciones innovadoras de terceros.

#### **Proyectos europeos**

ITESLA (FP7) (2012-2015). Creación de herramientas de análisis de la red orientadas a la operación de redes eléctricas en tiempo real de la red paneuropea. El proyecto liderado por RTE (Francia) incluye cinco operadores eléctricos del sistema.

PREEMPTIVE (FP7) (2013 hasta 2015). Prevención y protección de diferentes tipos de suministros (utilities) frente a ciberataques, con énfasis en la demostración de su aplicabilidad a escenarios reales como redes eléctricas. El proyecto está liderado por Vitrociset con once socios.

RAIN (FP7). (2013-2015). Desarrollo de un marco sistemático de gestión y mitigación del riesgo para mejorar la seguridad de las redes de infraestructuras paneuropeas considerando, de manera explícita, el impacto de sucesos extremos relacionados con la meteorología. El proyecto está liderado por el Trinity College of Dublín con catorce socios.

EMILI (FP7). 2010-2012). Creación de un sistema de gestión de emergencias en grandes infraestructuras y aeropuertos, redes eléctricas, redes de metro. AIA preparó el caso de la red eléctrica.

IRRI (FP7). (2006-2009). Desarrollo de un modelo matemático de interrelación de la red eléctrica con la de telecomunicaciones. AIA participó como consultor especialista en operaciones eléctrica.

SAFEGUARD (FP7). (2001-2003). Mejora de la seguridad de la red eléctrica en la interconexión entre redes.

EXAMINE (FP7). (2001-2002). Liderado por Red Eléctrica de España, abordaba el desarrollo de un sistema de control para gestionar las vulnerabilidades de la infraestructura de interconexión eléctrica europea.

#### Proyectos fuera de Europa

NASA (2014). Programa NASA SBIR (*Small Business Innovation and Research*). La propuesta: *Holomorphic Embedded Load Flow for Spacecraft power systems* (Método holomórfico empotrado de cálculo de flujo de carga para sistemas de potencias en naves espaciales) para la fase 1 del proyecto de los fondos de la NASA SBIR y *Mission Program*, fue aceptado en abril de 2014.

## Celestia Aerospace

### Soluciones integrales de bajo coste pioneras en la industria aeroespacial

Celestia Aerospace, ubicada en Barcelona, es una empresa dedicada al desarrollo y lanzamiento de satélites -de 1 a 10 kg, de pequeñas dimensiones con forma cúbica a partir de 10 centímetros de arista, denominados nanosatélites. Ofrece un servicio integral que engloba la totalidad de la cadena de valor de los satélites. Por primera vez, una empresa ofrece soluciones llave en mano y de bajo coste en la industria aeroespacial a cualquier empresa.

El concepto *llave en mano* abarca desde el diseño y desarrollo del nanosatélite, al lanzamiento, la gestión en órbita y el envío de datos al usuario. El objetivo es que el cliente únicamente tenga un interlocutor en la cadena aeroespacial. Para lograrlo, se determinan sus necesidades y se diseña un concepto a medida que se materializa en el nanosatélite. El interés final es que el cliente sólo tenga que sentarse ante su ordenador y descargar los datos.

Una de las claves de su bajo coste de desarrollo es la estandarización y el uso de tecnologías *off-the-shelf*, es decir, tecnologías de acceso comercial, de uso extenso en una variedad de mercados como el de la imagen y vídeo, las tabletas y ordenadores portátiles y la telefonía móvil. Estas estrategias permiten una capacidad productiva incremental que se situará en torno a 50 nanosatélites anuales.

Para desarrollar los sistemas y estándares, Celestia Aerospace cuenta con la colaboración del profesor Adriano Camps, un experto de referencia internacional en el campo de los nanosatélites, del departamento de nanosatélites de la Universidad Politécnica de Catalunya -*Barcelona Tech*-.

### Plataformas orbitales a medida

BioPharmaSAT, SemicondSAT y TestSAT son nanosatélites para las industrias biotecnológica-farmacéutica, electrónica, y para la industria aeroespacial tradicional, respectivamente.

La ausencia de fuerzas de contacto en condiciones de ingravidez permite revelar el efecto de otras fuerzas que, normalmente, se encuentran enmascaradas por el peso. De esta forma se ofrece un entorno óptimo para investigar procesos como la cristalización de proteínas, algo de importante aplicación en la industria biotecnológica-farmacéutica, o la cristalización de materiales para fabricar semiconductores.

TestSAT ofrece servicios de certificación y validación en órbita de pequeños componentes de uso habitual en grandes satélites de la industria aeroespacial tradicional, que requieren, para ser validados, exámenes previos de comportamiento en las condiciones que se dan en el espacio.

Celestia Aerospace, también desarrolla nanosatélites en otros ámbitos como observación de la tierra, comunicaciones y acceso a internet en zonas aisladas.

#### **SALS, Sagitarius Airborne Launch System, un sistema de lanzamiento pionero**

El sistema de lanzamiento SALS es único. Se pondrá al servicio de los satélites desarrollados por la compañía y de las empresas que necesitan un lanzamiento rápido, flexible y de bajo coste.

Sagitarius es una plataforma aerotransportada con capacidad para alcanzar órbitas de hasta 600 km, estructurada en dos componentes: *The archer* -el Arquero-, un reactor supersónico desmilitarizado del tipo MiG-29UB; y *The Space Arrow* -Flecha Espacial- un cohete basado en un misil modificado, con dos configuraciones de carga: la matriz simple, capaz de poner en órbita cuatro nanosatélites; y la de matriz compuesta, con capacidad para 16. En un solo vuelo, Archer es capaz de lanzar cuatro *Space Arrows* en configuración simple, ó uno en configuración de matriz compuesta. Se consigue así una capacidad de transporte a órbita de 16 nanosatélites en una única operación.

Sagitarius, en fase de desarrollo, operará desde un aeropuerto ubicado en España y ofrecerá al cliente la posibilidad de activar el sistema de lanzamiento de su nanosatélite mientras disfruta del vuelo a bordo del MiG-29UB. The Archer también se ofrecerá como plataforma para vuelos turísticos a cualquier persona interesada que desee gozar de las vistas de la Tierra a una altura de más de 20 km, desde la que se puede apreciar la curvatura del planeta y la oscuridad del espacio.

Las ventajas de este nuevo sistema de lanzamiento, respecto a los sistemas tradicionales son varias: bajo coste respecto de los lanzamientos de este tipo de satélites de poco peso que, hasta ahora, viajaban como carga secundaria en los cohetes operados por las grandes agencias espaciales; servicio *just-in-time*, con un tiempo de espera máximo entre lanzamientos de dos semanas, a diferencia de los sistemas tradicionales en los que la espera media es de uno a dos años; prioridad total en la misión, a diferencia de los sistemas actuales en los que, el nanosatélite es carga secundaria sujeta al calendario y prioridades de la misión del satélite con el que se lanza; y flexibilidad en el calendario, ya que el lanzamiento se puede retrasar o adelantar a petición del cliente, pudiendo así acomodar variaciones en el plan de desarrollo del satélite.

### **Apuesta por el talento joven**

Celestia Aerospace tiene una plantilla de diez personas, todas licenciadas universitarias y con grados de formación superior postuniversitaria. Las previsiones de su plan de crecimiento contemplan una primera ampliación de la plantilla, hasta conformar un equipo de 40 científicos e ingenieros, técnicos y pilotos, en un plazo de dos años; y una segunda ampliación, en cinco años, que incluirá la contratación de 350 personas, entre las que se dará prioridad a jóvenes licenciados.

El plan de crecimiento conlleva, asimismo, la ampliación de las instalaciones en los hangares aeroportuarios desde los que se realizarán las operaciones relativas al sistema de lanzamiento Sagitarius y la integración de los nanosatélites al mismo; y una segunda ampliación del laboratorio de Barcelona en el que se desarrollan los nanosatélites.

Aunque Celestia Aerospace surge en Barcelona, su ámbito de actuación es internacional incorporando clientes, colaboradores y talento, local y extranjero.

Un comité asesor compuesto por expertos internacionales en industria aeroespacial, desarrollo de nanosatélites, turismo espacial, operaciones con satélites, y el desarrollo, operación y mantenimiento de reactores y sistemas de lanzamiento, colabora con la compañía.

## ORYZON

Es una compañía biotecnológica fundada en junio de 2000 por Carlos Buesa, presidente del consejo de administración y director general; y Tamara Maes, directora científica y vicepresidenta del consejo de administración.

**ORYZON del año 2000 al 2008.** La empresa nació como compañía dedicada a la genómica funcional con la misión de identificar genes o biomarcadores genéticos y proteicos con utilidad agrícola, industrial o médica. Inicialmente, empleaba los conocimientos para crear nuevas variedades de plantas mediante tecnologías no transgénicas, al poco tiempo empezó a aplicar su plataforma tecnológica horizontal, basada en la genómica, proteómica y bioinformática a otras especies e iniciaba el camino para identificar biomarcadores de enfermedades graves.

La horizontalidad de la plataforma le permitía realizar servicios en otros ámbitos además de avanzar en sus programas. La generación de ingresos, durante este periodo, procedían principalmente de:

Ingresos por servicios externos en I+D. Diagnóstico con la industria farmacéutica y agroalimentaria y por comercialización de su cartera de productos de diagnóstico.

Desarrollo y comercialización, directa o indirecta vía licencia, de productos y soluciones para diagnósticos y pronósticos de enfermedades oncológicas y neurodegenerativas.

A nivel financiero, ORYZON consiguió sus primeros recursos financieros en rondas 100.000 euros cubiertas por *Friends & Found & Family* en los años 2001 y 2002. A principios de 2003, se incorporó, como accionista la sociedad de capital riesgo (Najeti CAPITAL, SCR SA). En 2006, los laboratorios Ferrer adquirieron una participación minoritaria.

La sociedad tuvo, desde su inicio, una sólida trayectoria de alianzas, nacionales e internacionales, participando en consorcios y liderando proyectos europeos.

Su participación en cinco consorcios estratégicos nacionales de investigación técnica (CENIT) le han supuesto, en función del enfoque del consorcio, generar recursos por prestación de servicios, o sufragar, mediante subvenciones, una parte de las actividades de I+D desarrolladas. Entre éstas, destacan los proyectos ONCNOSIS e I+DEA.

**Apuesta por el futuro. De 2009 a 2013.** A finales de 2008, ORYZON había alcanzado un grado significativo de madurez tecnológica y empresarial, lo que hizo que la empresa se planteara como reflexión estratégica:

O continuar con el modelo de negocio basado en la plataforma y acentuar el énfasis en la prestación de servicios que desarrollaba. O dar un salto cualitativo y, aprovechando las fortalezas adquiridas, convertirse en una compañía biotecnológica orientada al desarrollo de sus propios productos.

La conversión de la sociedad en compañía biotecnológica se consideraba viable, ya que partía de dianas pioneras. De ellas esperaba que le garantizaran una posición de vanguardia internacional en el campo de la epigenética. Al mismo tiempo, la empresa estimaba que tendría más posibilidades de madurar como empresa internacionalmente competitiva si se decantaba por la segunda opción. Para conseguirlo, tomó varias decisiones estratégicas:

En primer lugar, se dotó de nuevos recursos a la empresa. En 2008, se cerró una ronda de financiación (*private placement*) que permitió cubrir, junto a un apalancamiento financiero adicional, los recursos necesarios para desarrollar el plan estratégico 2008-2013. Esta nueva ronda de financiación supuso una ampliación de capital de 8,6 millones de euros y la entrada de un nuevo socio de referencia Najeti Capital SCR SA, junto a inversores minoritarios individuales (dos family offices, Inversiones Costex SL y G3T, SL, y la sociedad de capital riesgo, Corporación San Bernardo SCR SA).

Mediante programas públicos de financiación de la innovación se pasó a participar, preferentemente, en programas que contribuían a cumplir las necesidades financieras que conllevaba la implementación del plan estratégico de la sociedad. Esta aportación ayudó, significativamente, a avanzar en el desarrollo de los productos de la sociedad.

Es necesario mencionar los proyectos CENIT MIND y Dendre orientados a desarrollar fármacos epigenéticos para el tratamiento de enfermedades neurodegenerativas, como el Alzheimer y la Corea de Huntington. El proyecto MIND fue clave para la transformación gradual de Oryzon para llegar a ser una empresa de desarrollo de productos farmacéuticos. En este proyecto se seleccionó la primera diana y se inició el camino de descubrimientos de fármacos epigenéticos. Para este objetivo, en 2008, puso en marcha el departamento de química médica de programas terapéuticos de pequeñas moléculas. Desde entonces han desarrollado más de 1.000 nuevas moléculas.

Entre 2008 y 2009 adquirió Crystax Pharmaceuticals SL, una compañía biotecnológica con nueve científicos que se dedicaban a desarrollar fármacos contra el cáncer. Crystax, además, tenía una plataforma de genómica estructural, cristalografía y RMN-Fragment screening, estratégicamente complementaria a la de Oryzon.

Otras herramientas financieras públicas como los préstamos de INNFACTOS (HUMANFARMA, POLYFARMA) también fueron importantes para la transición de la fase de investigación inicial a la de investigación preclínica regulatoria, para expandir las aplicaciones a otras enfermedades como la leucemia mieloide aguda y para iniciar los primeros estudios clínicos en humanos.

También fue significativo el proyecto Cenit Oncológica. La empresa participaba como AIE con la farmacéutica Reig Jofre en un proyecto de diagnóstico precoz y de terapia del cáncer de endometrio basado en los resultados de un proyecto financiado por ACCIÓ y por los Núcleos de Innovación. El proyecto culminó con la introducción de una nueva herramienta de diagnóstico del cáncer de endometrio, Gynéco-Dx, en el mercado y con la fundación de Oryzon DX, una spin-off participada por Reig Jofre, Oryzon y nuevos inversores.

Los trabajos de investigación de Oryzon han logrado captar fondos internacionales. La empresa lidera el proyecto europeo FP6 INDABIP y participa en el FP7 DDPDGENES con la Universidad de Cambridge, el Instituto Karolinska de Estocolmo y la Escuela Politécnica Federal de Lausana, dos proyectos centrados en la enfermedad de Parkinson. Recibió financiación de la fundación estadounidense para la lucha contra el Alzheimer (*The Alzheimer's Drug Discovery Foundation*) y lidera dos programas oncológicos europeos EUROSTARS, el más importante enfocado al estudio multicéntrico de fase I de la leucemia aguda en colaboración con grupos de expertos clínicos nacionales e internacionales liderados por el Dr. Francesc Bosch del Hospital Clínico de Barcelona y el Dr. Tim Somervaille del Christie Hospital en Manchester (UK).

Un entorno de crecimiento adecuado es imprescindible para las nuevas empresas de base tecnológica. Inició su actividad en los laboratorios del CSIC el año 2000, más tarde se instaló en el Parque Científico de Barcelona (PCB) y, en 2009, se trasladó al edificio corporativo de Cornellà de Llobregat en el que realiza todas sus actividades de I+D, comerciales y corporativas.

Actualmente está centrada en desarrollar productos terapéuticos para enfermedades neurodegenerativas y oncológicas mediante la exploración de dianas epigenéticas reguladoras del funcionamiento de los cromosomas. La compañía es fruto de una progresiva maduración empresarial y tecnológica durante estos 14 años.

#### **Los primeros frutos: ORYZON 2014**

En 2013, la sociedad había conseguido desarrollar el primer antitumoral (ORY-1001) para tratar la leucemia aguda. En agosto de 2013, conseguía, de la



Agencia Europea del Medicamento, la designación de medicamento huérfano ORY-1001 para combatir la leucemia aguda. En diciembre de 2013, lograba la aprobación de la Agencia Española del Medicamento (AEMPS) del ensayo clínico para ORY-1001 y, en enero de 2014, la aprobación de la Agencia Británica del Medicamento (MHRA) del ensayo clínico para ORY-1001 en el Reino Unido.

En enero de 2014, iniciaba el ensayo multicéntrico de fase I coordinado por el Hospital Vall d'Hebró y en abril firmaba, con ROCHE, un acuerdo de licencia que suponía el reconocimiento de los esfuerzos realizados. El ingreso de 21 millones de dólares en concepto de Upfront y de hito clínico cercano le ha supuesto obtener 500 millones de dólares, aproximadamente, en concepto de metas de desarrollo y de ventas que pueden, o no, ser alcanzadas, y de posibles royalties futuros que alcanzan el doble dígito en su rango medio. Ambas compañías han firmado un acuerdo de investigaciones conjuntas financiadas por ROCHE.

La licencia incluye los derechos de uso de todos los compuestos cubiertos por dos patentes de Oryzon, pero deja espacio para desarrollar los inhibidores de LSD1 cubiertos por otras patentes y para otras indicaciones. La estrategia de patentes ha sido clave para el éxito de la compañía. La empresa tiene más de 100 patentes en cartera.

El acuerdo no solo es importante para la salud financiera de la compañía. El desarrollo de un fármaco es caro y los recursos son indispensables para conseguir autorización de mercado y ayudar a los pacientes.

En la actualidad la sociedad enfoca sus esfuerzos en:

- 1.- Colaboración con ROCHE, ajustada al fármaco inhibidor LSD1 ORY-1001, y la posible expansión del uso de ORY-1001 a otras indicaciones oncológicas.
- 2.- Desarrollo de ORY-2001, un inhibidor dual LSD1/MAO-B para el Alzheimer.
- 3.- Exploración de inhibidores de LSD1 para otras indicaciones.
- 4.- Desarrollo de sus programas en otras dianas epigenéticas.
- 5.- Internacionalización en Estados Unidos con el objetivo de convertirse en líder global en este tipo de fármacos.

En 2014, constituyó su filial en EEUU, realizó su presentación pública en Boston y mantuvo contactos con las autoridades estadounidenses para desarrollar nuevas actividades. Ha incorporado consejeros independientes internacionales a su consejo de administración y a un director financiero estadounidense para facilitar su aterrizaje y expansión en la otra orilla del Atlántico.

Durante los 15 años que lleva funcionando ha empleado a 45 doctores en ciencia o medicina, 4 ingenieros, 30 licenciados, 35 técnicos y acogió a nu-

merosos estudiantes universitarios y de formación profesional en prácticas. Algunos extrabajadores y colaboradores han fundado su propia empresa biotecnológica y continúan colaborando con Oryzon. Actualmente, la plantilla está formada por treinta personas altamente cualificadas y motivadas para asumir los nuevos retos.

## STARLAB

Starlab, es una entidad privada de I+D+i de Barcelona, fundada el año 2000, especializada en el sector espacial y en el de neurociencia aplicada. Es miembro del grupo de investigación consolidada NECOM (Neurodinámica cognitiva y trastornos mentales -grupo de investigación consolidado de la Generalitat de Catalunya, SGR2005-00831) y del comité ejecutivo de BAIE (Barcelona Aeronáutica y del Espacio). La financiación la obtiene de fondos europeos de investigación (Comisión Europea), contratos privados y proyectos con la Agencia Espacial Europea.

El objetivo y motor de la empresa es acercar la ciencia al mercado desarrollando tecnologías innovadoras y mediante transferencia de tecnología. Su lema *Living Science* (Vive la Ciencia) responde a la convicción de que la investigación científica puede y debe tener un papel relevante en la sociedad. La misión de la entidad es:

**1.- Investigación y desarrollo de tecnologías innovadoras y pioneras (I+D+i).** Principalmente sensores, actuadores, y algoritmos (hardware y software). La empresa desarrolla sensores y algoritmos para neurociencia aplicada, para recopilar información sobre el medio ambiente y para simplificar el flujo de datos de observación de la Tierra y reducir su complejidad.

**2.- Transferencia de tecnología e investigación.** Desarrollo de productos y servicios para usuarios específicos y para satisfacer las necesidades del mercado.

Starlab ha recibido numerosos premios por su labor innovadora:

*ESA Technology Success Story 2004.*

Mención de Honor Premios NOVARE Endesa- 2005.

Empresa Innovadora en el Día del Emprendedor-2006 del ayuntamiento de Barcelona.

Empresa innovadora- Premios BMW 2006.

Premio *Flyer* nacional a la Mejor Empresa Espacial-2007.

Premio NOVARE 2007 Endesa.

*EU Woman Innovator Prize Awarded to Ana Maiques- 2014.*

Sus principales ámbitos de actividad son el espacio, la neurociencia y las energías renovables, en los que detecta oportunidades de desarrollo de tecnologías innovadoras de alto valor añadido. El trabajo se organiza en torno a tres departamentos: investigación, transferencia tecnológica y sistemas/instrumentos.

La plantilla está compuesta por físicos, neurocientíficos, matemáticos, ingenieros y un equipo de ciencias económicas, todas ellas con máster o doctorado.

**El departamento de I+D** es el eje sobre el que orbitan los demás departamentos de la empresa. En él se concentra la actividad investigadora realizada por mano de obra altamente cualificada (doctores en casi su totalidad). Este departamento es responsable de:

Modelización y simulación de procesos.

Diseño y realización de campañas experimentales.

Procesamiento y análisis de datos de alto nivel.

Diseño y desarrollo de prototipos de instrumentos para el espacio y la neurociencia.

Diseño de misiones espaciales científicas.

Estudios de viabilidad técnica de nuevas tecnologías.

**El departamento del espacio** realiza su labor para la Agencia Espacial Europea, principalmente, y para la Unión Europea a través de los programas de investigación. La empresa también es subcontratada por otras empresas para desarrollar parte de su I+D.

Las áreas más significativas del departamento de I+D son:

**Neurociencia.** La empresa desarrolla nuevos algoritmos para analizar los electroencefalogramas (EEG) en colaboración con otros grupos y con la Universidad de Barcelona para la investigación y aplicaciones clínicas del estudio de las señales EEG.

**Neurociencia aplicada.** Desarrollo de sistemas de grabación electrofisiológicos portátiles e inalámbricos, así como aplicaciones basadas en esta tecnología. Incluye interfaces hombre máquina, biometría y sistemas de monitorización para seguridad.

**Observación de la Tierra y aplicaciones Galileo.** El grupo trabaja en campos de altimetría radar, SAR, radar óptico y otros aspectos de observación de la Tierra desde el espacio.

Uno de los temas más importantes es la aplicación de las imágenes de los satélites para generar herramientas de información sobre el medio a los grupos del sector costa y tierra para, de este modo, apoyar la operativa de las instituciones y de las empresas del sector. Las empresas están trabajando en diversos proyectos europeos que desarrollan el procesamiento de los datos enviados por los satélites.

Otra materia central de investigación es el uso de las señales electromagnéticas emitidas por los satélites GPS y Galileo para estudiar los océanos. Esta tecnología denominada Reflexiones GNSS (*Global Navigation Satellite Systems Reflections*,

GNSS-R), es una de las áreas de investigación en las que la empresa es pionera en Europa. En esta actividad tiene una amplia experiencia.

La investigación en GNSS-R se realiza, principalmente, para la Agencia Espacial Europea y, además de ser un campo prometedor, es un área estratégica de la empresa. En este ámbito, ha desarrollado un sensor comercial denominado Oceanpal basado en la tecnología GNSS-R, con el objetivo de monitorizar el nivel del mar y la altura de las olas.

Algunos de los proyectos más relevantes en los que se ha participado son:

**Proyectos I+D+i más relevantes en medioambiente, neurociencia y energía**

ACTIBIO	UE 7º PM	Proyecto dedicado a investigar y desarrollar sistemas biométricos transparentes basados en la actividad de los usuarios. Starlab desarrolla la parte de medición y análisis de las señales fisiológicas (EEG, ECG, EOG).
APT- Enobio	CDTI	Promoción y protección de la línea de productos Enobio, dispositivo para la obtención de señales fisiológicas, en Estados Unidos, Japón y Europa.
DASO	CIDEM	Desarrollo de las capacidades de procesamiento de imágenes ópticas en Starlab mediante algoritmos de IC. El resultado de este proyecto serán algunos productos de calidad del agua como medida de la clorofila en océanos abiertos y cerca de la costa.
EOJELLY	ESA	Predicción de aparición de medusas en las costas catalanas mediante algoritmos de IC.
HIVE	UE 7º PM	Desarrollo de modelos y sistemas para la estimulación y monitorización transcraneal multifuente del cerebro. Uno de los objetivos es cerrar el círculo mediante la investigación de técnicas de comunicación máquina-cerebro, así como cerebro-máquina.
JIVE	CIDEM	Mejora de los métodos de estimulación eléctrica y grabación de datos en experimentos in vitro con muestras de cerebro. Incluye el modelado eléctrico de poblaciones grandes de neuronas a nivel cortical y el desarrollo del hardware correspondiente.
Paris Gamma 2	ESA	Diseño y análisis de un sensor GNSS-R aerotransportado
PEACH	UE 6º PM	Acción de coordinación en temas de presencia y realidad virtual.
U-Control	CIDEM	Búsqueda de nuevas herramientas matemáticas para controlar una máquina de señales electrofisiológicas (EOG y EEG)

## VALORACIONES Y PROPUESTAS

Este informe confirma las percepciones y conocimientos que se tenían sobre el papel y la importancia de la I+D en el AMB y, al mismo tiempo, que estas actividades no son un punto de llegada sino que deben ser un punto de encuentro del conjunto de agentes que intervienen para convertirse en el punto de salida y de referencia de una sociedad con mayores cuotas de progreso, bienestar y competitividad.

Es evidente que, como en cualquier otra actividad del ser humano, existen puntos fuertes y débiles que hay conocer para, en el primer caso, y corregirlos en el segundo.

En cuanto a los puntos fuertes debemos señalar que el sistema de I+D del AMB dispone de personal altamente cualificado, centros e instituciones de investigación -en numerosos casos de referencia mundial- e infraestructuras tecnológicas de primer nivel. Todo ello da como resultado una producción científica que sitúa a Barcelona como la cuarta ciudad europea y undécima mundial en los rankings de este indicador.

Respecto a los puntos débiles, hay que destacar la menor participación de las empresas en las actividades de I+D+i, una carencia creciente de recursos como consecuencia de las políticas de ajuste fiscal, una pérdida de talento que el CESB cuantificó en el Informe sobre la emigración de la población barcelonesa, y falta de reconocimiento social de las instituciones y personas que, siendo las protagonistas de numerosos avances que mejoran la calidad de vida de los ciudadanos, quedan en el anonimato.

Las dificultades y debilidades del ecosistema innovador se compensan con tasas de actividad emprendedora superiores a la media y con el esfuerzo de las personas emprendedoras para desarrollar sus proyectos. Tal y como se puede comprobar en el capítulo 4 de este informe, en el AMB se han consolidado instituciones y empresas surgidas de la I+D que son referentes mundiales en ámbitos que abarcan desde la medicina y las ciencias de la vida a la fotónica, pasando por las industrias aeroespaciales y de TIC, entre otros.

### La I+D+i como factor de competitividad

Con frecuencia se tiende a asociar las actividades de I+D+i con el futuro, con lo que está por venir, ignorando que forman parte del modelo económico y social del presente.

Si observamos los últimos gráficos del capítulo 3 de tasa de paro e índice de innovación de los países de nuestro entorno, podemos observar como los que presenten un índice de innovación más reducido coinciden con los que tienen tasas de paro más elevadas y al revés. Otro dato a tener en cuenta, y éste es de nuestra casa, es la evolución de la afiliación a la Seguridad Social, es decir, las personas que trabajan. Encontramos dos tendencias claramente diferenciadas: una enorme pérdida de puestos de trabajo en actividades que requieren poca cualificación profesional y el mantenimiento, cuando no el aumento, de puestos de trabajo en sectores intensivos en conocimiento y de tecnología punta.

Estos datos, junto a las capacidades de internacionalización y de exportación de las empresas, permiten afirmar que gran parte de la competitividad económica de un territorio está determinada por estos factores y, por otro lado, nos lleva a constatar que la calidad del empleo también está vinculada al grado de innovación.

En este punto compartimos la preocupación de los rectores de las universidades cuando afirman que “la paralización de la investigación puede tardar años en recuperarse, hasta dos décadas”. Por las razones expuestas consideramos que hay que revertir el descenso constante de los recursos destinados a la I+D que se ha producido en los últimos años y desarrollar políticas que consoliden las actividades de I+D+i en el AMB y, al mismo tiempo, impulsar una mayor presencia e implicación de las empresas en estas actividades haciéndoles ver las oportunidades y ventajas de incorporar la innovación como factor de crecimiento.

#### **Hacia un nuevo modelo productivo**

Daniela Tost, directora del Centro de Investigación de Ingeniería Biomédica de la UPC, afirmaba recientemente que “hay que aprovechar el flujo bidireccional del beneficio universidad-empresa y convertir la transferencia de tecnología en motor de cambio económico, social y del modelo educativo”.

Esta afirmación nos lleva a poner de relieve el papel de las universidades y del conocimiento que acumulan. Es obvio que el conocimiento es la materia prima de la I+D+i y que las universidades se convierten en la principal fuente de esta materia y, al mismo tiempo, son las responsables últimas de la calidad de la formación de las personas que llevarán los nuevos conocimientos al tejido productivo y social.

A las críticas que las universidades han recibido en numerosas ocasiones, debemos contraponer el elevado índice de producción científica que ofrece y sus esfuerzos para acercar el conocimiento al tejido productivo -incluyendo los dedicados a crear y consolidar empresas (spin offs)- y mejorar su posicionamiento en los rankings.

Creemos, y así lo demuestran los datos, que las universidades del AMB cumplen con creces sus objetivos y finalidades, a pesar de la limitación de recursos a que se han visto sometidas los últimos años. Hay que reconocer lo que han logrado y dotarlas de los medios necesarios para que mantengan la tendencia de mejora que reflejan la casi totalidad de los rankings que se elaboran en el mundo.

#### **Emprendimiento y modelo económico**

En el terreno de la emprendeduría, una vez más, tenemos que insistir en que se han de remover los obstáculos que ralentizan la creación, constitución y gestión administrativa de las empresas, por un lado, y que hay que impulsar una verdadera cultura emprendedora, por otro.

Entre los obstáculos que a menudo frenan la creación de empresas destacamos el laberinto administrativo que frecuentemente han de sortear y la falta de apoyo financiero, especialmente de capital riesgo/semilla y de asesoramiento y acompañamiento eficaces en las etapas iniciales.

Se han de simplificar y acelerar los procesos de constitución, establecer canales de acceso al crédito sustentados en la viabilidad del proyecto y que no hipotequen bienes personales, y crear un servicio ágil y eficiente de asesoramiento de los proyectos, así como espacios de encuentro que faciliten la interacción y cooperación de todos los agentes implicados.

Se ha de valorar positivamente la tarea realizada por los parques científicos y tecnológicos y por las incubadoras de empresas, los esfuerzos para organizar los clusters y el trabajo realizado por instituciones como los institutos e infraestructuras de investigación. Han conseguido que Barcelona y su área metropolitana sean un territorio de referencia, tal como lo demuestra el hecho de que Barcelona fuera designada Capital Europea de la Innovación el 11 de marzo de 2014. No obstante, se necesitan nuevos avances para no perder lo conseguido y éstos dependen de la existencia de un ecosistema innovador en el que confluyan todos los operadores: emprendedores, investigadores, capital riesgo, universidades, empresas, administraciones públicas, etcétera.



El actual momento de cambio por el que atraviesan nuestras sociedades nos obliga a pensar y definir el modelo económico y productivo de un futuro que se acerca a gran velocidad.

Aprovechar y poner en valor las potencialidades de Barcelona en el ámbito de la I+D+i sólo puede significar mejorar la competitividad social y económica y, con ésta, mejorar la calidad de vida y más empleo y de mejor calidad.

## BIBLIOGRAFIA

- Ajuntament de Barcelona (2014).** L'activitat emprenedora a Barcelona i Catalunya.
- ACUP (2014).** Universidades de Cataluña. El espacio de excelencia universitaria del sur de Europa.
- ACUP (2013).** Indicadors de recerca i innovació de les universitats públiques catalanes.
- ACUP (2014).** Indicadors de recerca i innovació de les universitats públiques catalanes.
- ACUP (2011).** Impactes de les universitats públiques catalanes a la societat.
- BioCat (2013).** Anàlisi del sector de les biociències a Catalunya. Una aposta per el valor i el creixement.
- Boix, R., Galletto, V., i Trullén, J. (2011).** BCN metròpoli creativa. Informe i mapes urbans de coneixement i innovació de Barcelona. Institut d'Estudis Regionals i Metropolitans de Barcelona (UAB).
- Boix, R. et al.; (2013),** Sistemas locales innovadores en la economía española, a Desarrollo regional sostenible en tiempos de crisis, Volumen 2, pg. 53-72, Universidad de Granada.
- Clúster Barcelona Tech City (2015).** Estudio de los Sectores Tecnológico y Digital de Barcelona 2014.
- COTEC (2014).** Tecnología e innovación en España.
- CRUE (2011).** Encuesta de Investigación y Transferencia de Conocimiento.
- European Commission, UE (2014).** Innovation Union Scoreboard report.
- Fundación CyD (2011), Informe CyD 2010:** La contribución de las universidades españolas al desarrollo.
- Fundación CyD (2014), Informe CyD 2013:** La contribución de las universidades españolas al desarrollo.
- Galletto, V., i Aguilera, S. ; (2013).** Barcelona metròpoli creativa. Economia del Coneixement i Economia Creativa a Barcelona; Institut d'Estudis Metropolitans i Regionals de Barcelona (UAB) i Ajuntament de Barcelona.
- Generalitat de Catalunya. Departament d'economia i coneixement (2013).** Pacte Nacional per a la Recerca i la Innovació (PNRI). Informe de seguiment.
- Global Entrepreneurship Monitor (2014),** Resum Executiu Catalunya 2013, GEM Catalunya
- Guerrero, F. (2014).** "Transferència de coneixement mitjançant la creació de Spin-off" Treball Final de Grau de Biotecnologia. Universitat de Barcelona.
- Observatori Barcelona (2014),** Ajuntament de Barcelona i Cambra de Comerç de Barcelona.
- Observatori Barcelona (2015),** Ajuntament de Barcelona i Cambra de Comerç de Barcelona.
- Pacte Industrial de la RMB (2015)** Quadern 12
- SCImago Research Group (2013):** SIR World Report 2013: Global Ranking.
- Testar, X. (2012).** La transferencia de tecnología y conocimiento universidad-empresa en España: estado actual, retos y oportunidades. Colección Documentos CYD 17

## **BASES DE DATOS UTILIZADAS**

**Academic Ranking of World Universities (ARWU).** <http://shanghairanking.com/es/>  
**Comunitats de Coneixement i Innovació-KIC.** <http://eit.europa.eu/innovation-communities>  
**EURECAT.** <http://www.eurecat.org>  
**Fundació Catalana de Recerca i Innovació (FCRI).** <http://www.fundaciorecerca.cat/es/>  
**Guillermo Dorronsoro (2014).** Blog EuskadiTM. <http://euskaditm.com>  
**Instituto Nacional de Estadística (INE).** <http://www.ine.es>  
**National Taiwan University Ranking (NTU Ranking).** <http://nturanking.lis.ntu.edu.tw>  
**NESTA.** <http://www.nesta.org.uk>  
**Oficina Española de Patentes y Marcas (OEPM).** <http://oepm.es>  
**Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE).** <http://www.oecd.org>  
**QS-World University Rankings.** <http://www.topuniversities.com/university-rankings>  
**Times Higher Education.** <https://www.timeshighereducation.co.uk>  
**UNEIX.** <http://uneix.gencat.cat>

## **SIGLAS**

**ACUP:** Associació Catalana d'Universitats Públiques  
**AGAUR:** Agència de Gestió d'Ajuts Universitaris i de Recerca  
**AMB:** Àrea Metropolitana de Barcelona  
**ASCRI:** Asociación Española de Entidades de Capital Riesgo  
**BAC:** Grup de Recerca en Bibliometria  
**BioCat:** Bioregió de Catalunya  
**BSC-CNS:** Barcelona Supercomputing Centre - Centre Nacional de Supercomputació  
**CDTI:** Centro para el Desarrollo Tecnológico Industrial  
**CED:** Centre d'Estudis Demogràfics  
**CERCA:** Centres de Recerca de Catalunya  
**CIMNE:** Centre Internacional de Mètodes Numèrics en Enginyeria  
**CMRB:** Centre de Medicina Regenerativa de Barcelona  
**CNAG:** Centre Nacional d'Anàlisi Genòmica  
**CREAF:** Centre de Recerca Ecològica i Aplicacions Forestals  
**CRUE:** Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas  
**CRG:** Centre de Regulació Genòmica  
**CREI:** Centre de Recerca en Economia Internacional  
**CSIC:** Centre Superior d'Investigacions Científiques  
**EUA:** Estats Units  
**EIT:** Institut Europeu de Tecnologia i Innovació  
**EJC:** Equivalentes de Jornada Completa  
**EPO:** European Patent Office - Oficina Europea de Patents

**ERC:** European Research Council - Consell Europeu de Recerca  
**FCRI:** Fundació Catalana per a la Recerca i la Innovació  
**FIMIM:** Fundació Institut Mar d'Investigacions Mèdiques  
**FPT:** Fundació Parc Taulí  
**GEM:** Global Entrepreneurship Monitor  
**HUVR-FISEVI:** Hospital Universitario Virgen del Rocío-Fundación Pública Andaluza para la Gestión de la Investigación de Sevilla  
**IBEC:** Institut de Bioenginyeria de Catalunya  
**CIF:** Institut Català de Finances  
**ICFO:** Institut de Ciències Fotòniques  
**ICIQ:** Institut Català d'Investigacions Químiques  
**ICN:** Institut Català de Nanociència i Nanotecnologia  
**ICO:** Institut Català d'Oncologia  
**ICTS:** Infraestructures Científiques i Tecnològiques Singulares  
**IDIBAPS:** Institut d'Investigació Biomèdica August Pi i Sunyer  
**IDIBELL:** Institut d'Investigació Biomèdica de Bellvitge  
**IDIVAL:** Instituto de Investigación Marqués de Valdecilla  
**IFAE:** Institut de Física d'Altes Energies  
**IGTP:** Institut d'Investigació en Ciències de la Salut Germans Trias i Pujol  
**IIS:** Institut d'Investigació Sanitària  
**IISGM:** Instituto de Investigación Sanitaria Gregorio Marañón  
**INE:** Instituto Nacional de Estadística  
**IRYCIS:** Instituto Ramón y Cajal de Investigación Sanitaria  
**ITEMAS:** Innovación en Tecnologías Médicas y Sanitarias  
**IRB:** Institut de Recerca Biomèdica  
**IREC:** Instituto de Investigación en Recursos Cinegéticos  
**IPSFL:** Instituciones Privadas sin Fines de Lucro  
**KIC:** Comunitat de Coneixement i Innovació  
**MOVE:** Markets, Organizations and Votes in Economics  
**MWCB:** Mobile World Capital Barcelona  
**NCR:** National Cash Register  
**OCDE:** Organització per a la Cooperació i el Desenvolupament Econòmic  
**PCB:** Parc Científic de Barcelona  
**PCT:** Patent Cooperation Treaty  
**PDI:** Personal Docent i Investigador  
**PET:** Tomografia per Emissió de Positrons  
**PI:** Propietat industrial  
**PIB:** Producte interior brut  
**PM:** Programa marc  
**PNRI:** Pacte Nacional de Recerca i Innovació

**R+D:** Recerca i desenvolupament  
**RMN:** Ressonància Magnètica Nuclear  
**SIR:** SCImago Institutions Rankings  
**SS:** Seguretat Social  
**TAE:** Taxa d'activitat emprenedora  
**TiC:** Tecnologies de la informació i la comunicació  
**UAB:** Universitat Autònoma de Barcelona  
**UB:** Universitat de Barcelona  
**UdG:** Universitat de Girona  
**UdL:** Universitat de Lleida  
**UE:** Unió Europea  
**UPC:** Universitat Politècnica de Catalunya  
**UPF:** Universitat Pompeu Fabra  
**VHIO:** Vall d'Hebron Institut d'Oncologia  
**VHIR:** Vall d'Hebron Institut de Recerca  
**XPCAT:** Xarxa de Parcs Científics i Tecnològics de Catalunya